

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 3 月 1 1 日
Date of Application:

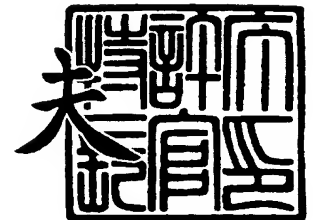
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 6 8 9 0 3
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 6 8 9 0 3]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 H103050902
【提出日】 平成16年 3月11日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B60R 21/00
G01B 11/24
G06T 7/00

【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 長岡 伸治

【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 辻 孝之

【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 坂 雅和

【発明者】
【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
【氏名】 渡辺 正人

【特許出願人】
【識別番号】 000005326
【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】
【識別番号】 100064908
【弁理士】
【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】
【識別番号】 100108578
【弁理士】
【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】
【識別番号】 100101465
【弁理士】
【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】
【識別番号】 100094400
【弁理士】
【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】
【識別番号】 100107836
【弁理士】
【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】
【識別番号】 100108453
【弁理士】
【氏名又は名称】 村山 靖彦

【先の出願に基づく優先権主張】
【出願番号】 特願2003- 78423
【出願日】 平成15年 3月20日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705358

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

赤外線カメラにより捉えられた画像を利用して、歩行者を認識する車両周辺監視装置であって、

前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段と、

前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される 2 つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段と、

前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段と

を備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 2】

前記基準領域に対して、前記対象領域を上方にオフセットすることを特徴とする請求項 1 に記載の車両周辺監視装置。

【請求項 3】

前記対象領域のそれぞれの下方に、前記歩行者の肩もしくは腕に相当すると推定される別の対象領域を設定する歩行者肩部領域推定手段を備え、

前記歩行者形状認識手段が、前記対象領域の輝度の特徴と前記別の対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する

ことを特徴とする請求項 1、または請求項 2 に記載の車両周辺監視装置。

【請求項 4】

赤外線カメラにより捉えられた画像を利用して対象物を抽出し、前記対象物を歩行者として認識する車両周辺監視装置であって、

前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段と、

前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される 2 つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段と、

前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段と、

前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを区別可能に表示する表示手段と

を備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 5】

赤外線カメラにより捉えられた画像を利用して対象物を抽出し、前記対象物を歩行者として認識する車両周辺監視装置であって、

前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段と、

前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される 2 つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段と、

前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段と、

前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物に対して、警報すべき対象物であるか否かを判断する警報判定手段と、

前記警報判定手段によって警報すべき対象物と判断された対象物と、警報すべき対象物と判断されなかった対象物とを区別可能に表示する表示手段と

を備えたことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 6】

前記基準領域に対して、前記対象領域を上方にオフセットする

ことを特徴とする請求項 4、または請求項 5 に記載の車両周辺監視装置。

【請求項 7】

前記対象領域のそれぞれの下方に、前記歩行者の肩もしくは腕に相当すると推定される別の対象領域を設定する歩行者肩部領域推定手段を備え、

前記歩行者形状認識手段が、前記対象領域の輝度の特徴と前記別の対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識することを特徴とする請求項 4 から請求項 6 のいずれかに記載の車両周辺監視装置。

【請求項 8】

前記表示手段は、前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物を強調表示することによって区別可能に表示する

ことを特徴とする請求項 4 から請求項 7 のいずれかに記載の車両周辺監視装置。

【書類名】 明細書**【発明の名称】 車両周辺監視装置****【技術分野】****【0001】**

この発明は、赤外線カメラにより撮影された画像の2値化処理により、対象物抽出を行う車両周辺監視装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、赤外線カメラにより捉えられた車両周辺の画像から、車両との衝突の可能性がある歩行者等の対象物を抽出し、その情報を車両の運転者に提供する車両周辺監視装置が提案されている。このシステムでは、歩行者等の対象物における車両との衝突の可能性は、車両と対象物との相対距離や相対速度に基づいて判定される。

【0003】

また、例えばこのように赤外線カメラにより捉えられた車両周辺の画像から、車両との衝突の可能性がある歩行者等の対象物を抽出する車両周辺監視装置には、以下に示すようなものがある。具体的に説明すると、この装置は赤外線画像を2値化処理して明部が集中している領域を探し、この領域の縦横比や充足率、更には実面積と画面上の重心位置を用いて距離を算出することで、この領域が歩行者の頭部であるか否かを判定する。そして、歩行者の頭部の領域を決定することができたら、決定した頭部領域のカメラからの距離と成人の平均身長とから、画像上の歩行者の身長を計算して歩行者の身体を包含する領域を設定し、これらの領域を他の領域と区分して表示する。これにより、赤外線画像上の歩行者の身体全体の位置を特定し、この情報を車両の運転者に対して表示することで、より効果的な視覚補助を行うことができる（例えば、特許文献1参照。）。

【特許文献1】 特開平11-328364号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかし、赤外線画像上での歩行者は、着帽、着衣の影響や、歩行者自身の存在環境によって、2値化処理により頭部のみ、頭部の一部のみ、上半身のみ、下半身のみ、更には身体全体が抽出されるなど、その2値化形状は不定形である。また、一般的に車両走行時には、前方路面の形状の変化や、車両のピッチングの影響があり、歩行者も子供から大人（成人）まで本来とは異なる身長で検出される。

【0005】

従って、対象物の画面での重心座標が距離に対して固定化できないため、上述の従来の装置のように、身長相当の存在に基づく形状判定や頭部と胴部の存在に基づく形状判定、更には頭部のみによる形状判定を用いて歩行者の抽出を行っただけでは、車両との衝突の可能性がある歩行者等の対象物を抽出するには十分でなく、更に歩行者の特徴を用いた形状判定を行うことで、歩行者の検出精度を向上させ、安定した歩行者の抽出を行う必要があった。

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたもので、カメラにより撮影された画像から抽出される不定形な2値化対象物を的確に判定し、安定した歩行者の抽出を行う車両周辺監視装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上記課題を解決するために、請求項1の発明に係わる車両周辺監視装置は、赤外線カメラ（例えば後述する実施例の赤外線カメラ2R、2L）により捉えられた画像を利用して、歩行者を認識する車両周辺監視装置であって、前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS91からステップS94）と、前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩

上方空間に相当すると推定される 2 つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップ S 9 5）と、前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段（例えば後述する実施例のステップ S 9 6、ステップ S 9 8、ステップ S 100）とを備えたことを特徴とする。

【0008】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線カメラで撮影された赤外線画像において、歩行者の頭部は高輝度であるという特徴に基づき、歩行者頭部領域推定手段を用いて、歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する。次に、歩行者肩上方部領域推定手段を用いて、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される 2 つの対象領域を設定する。これにより、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の頭から肩に相当する領域を認識することができる。

【0009】

請求項 2 の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項 1 に記載の車両周辺監視装置において、前記基準領域に対して、前記対象領域を上方にオフセットすることを特徴とする。

【0010】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線画像内で物体が傾くことにより、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

【0011】

請求項 3 の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項 1、または請求項 2 に記載の車両周辺監視装置において、前記対象領域のそれぞれの下方に、前記歩行者の腕を認識する別の対象領域を設定する歩行者肩部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップ S 9 7、ステップ S 9 9）を備え、歩行者形状認識手段が、前記対象領域の輝度の特徴と前記別の対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識することを特徴とする。

【0012】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、基準領域の左右の側方部分に設定された歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者形状認識手段が、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の肩から腕に相当する領域を認識することができる。

【0013】

請求項 4 の発明に係わる車両周辺監視装置は、赤外線カメラ（例えば後述する実施例の赤外線カメラ 2 R、2 L）により捉えられた画像を利用して対象物を抽出し、前記対象物を歩行者として認識する車両周辺監視装置であって、前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップ S 9 1 からステップ S 9 4）と、前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される 2 つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップ S 9 5）と、前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段（例えば後述する実施例のステップ S 9 6、ステップ S 9 8、ステップ S 100）と、前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを区別可能に表示する表示手段（例えば後述する実施例の画像表示装置 7）とを備えたことを特徴とする。

【0014】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線カメラで撮影された赤外線画像において、歩行者の頭部は高輝度であるという特徴に基づき、歩行者頭部領域推定手段を用いて

、歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する。次に、歩行者肩上方部領域推定手段を用いて、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する。これにより、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、基準領域と対象領域とを比較して赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識することで、歩行者と認識された対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを、表示手段によって区別して表示することができる。

【0015】

請求項5の発明に係わる車両周辺監視装置は、赤外線カメラ（例えば後述する実施例の赤外線カメラ2R、2L）により捉えられた画像を利用して対象物を抽出し、前記対象物を歩行者として認識する車両周辺監視装置であって、前記歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する歩行者頭部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS91からステップS94）と、前記基準領域の左右の側方部分に、前記歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する歩行者肩上方部領域推定手段（例えば後述する実施例のステップS95）と、前記基準領域の輝度の特徴と前記対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識する歩行者形状認識手段（例えば後述する実施例のステップS96、ステップS98、ステップS100）と、前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物に対して、警報すべき対象物であるか否かを判断する警報判定手段（例えば後述する実施例のステップS17、あるいはステップS18）と、前記警報判定手段によって警報すべき対象物と判断された対象物と、警報すべき対象物と判断されなかった対象物とを区別可能に表示する表示手段（例えば後述する実施例の画像表示装置7）とを備えたことを特徴とする。

【0016】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線カメラで撮影された赤外線画像において、歩行者の頭部は高輝度であるという特徴に基づき、歩行者頭部領域推定手段を用いて、歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定する。次に、歩行者肩上方部領域推定手段を用いて、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する。これにより、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、基準領域と対象領域とを比較して赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識すると共に、警報判定手段が、警報すべき対象物であるか否かを判断することで、警報すべき対象物と判断された対象物と、警報すべき対象物と判断されなかった対象物とを、表示手段によって区別して表示することができる。

【0017】

請求項6の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項4、または請求項5に記載の車両周辺監視装置において、前記基準領域に対して、前記対象領域を上方にオフセットすることを特徴とする。

【0018】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、赤外線画像内で物体が傾くことにより、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

【0019】

請求項7の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項4、または請求項5に記載の車両周辺監視装置において、前記対象領域のそれぞれの下方に、前記歩行者の肩もしくは腕に相当すると推定される別の対象領域を設定する歩行者肩部領域推定手段を備え、前記歩行者形状認識手段が、前記対象領域の輝度の特徴と前記別の対象領域の輝度の特徴とに基づき、前記画像に捉えられた歩行者を認識することを特徴とする。

【0020】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、基準領域の左右の側方部分に設定された歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者形状認

識手段が、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識することができる。

【0021】

請求項8の発明に係わる車両周辺監視装置は、請求項4から請求項7のいずれかに記載の車両周辺監視装置において、前記表示手段は、前記歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物を強調表示することによって区別可能に表示することの特徴とする。

【0022】

以上の構成を備えた車両周辺監視装置は、歩行者と認識された対象物を強調表示することにより、歩行者と認識されなかった対象物と区別して利用者に明確に認識させることができる。

【発明の効果】

【0023】

請求項1に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者頭部領域推定手段が歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定し、歩行者肩上方部領域推定手段が、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される2つの対象領域を設定する。これにより、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の頭から肩に相当する領域を認識することができる。

従って、対象物の画像から、歩行者の特徴が顕著に現れる頭から肩に相当する領域を検出することで、歩行者の検出精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0024】

請求項2に記載の車両周辺監視装置によれば、赤外線画像内で物体が傾くことにより、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

従って、赤外線画像上の歩行者の状態に影響を受けず、歩行者の検出精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0025】

請求項3に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者形状認識手段が、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の肩から腕に相当する領域を認識することができる。

従って、対象物の画像から、歩行者の特徴が顕著に現れる頭から肩に相当する領域を検出することに加えて、更に歩行者の特徴が顕著に現れる肩から腕に相当する領域を検出することで、より歩行者の検出精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0026】

請求項4に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、基準領域と対象領域とを比較して赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識することで、歩行者と認識された対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを、表示手段によって区別して表示することができる。

従って、歩行者形状認識手段によって歩行者と認識された対象物を、他の対象物と区別可能に表示することによって、歩行者形状認識手段によって認識された対象物が歩行者であることを、利用者に明確に認識させることができるという効果が得られる。

【0027】

請求項5に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、基準領域と対象領域とを比較して赤外線画像に捉えられた対

象物を歩行者として認識すると共に、警報判定手段が、警報すべき対象物であるか否かを判断することで、警報すべき対象物と判断された対象物と、警報すべき対象物と判断されなかった対象物とを、表示手段によって区別して表示することができる。

従って、歩行者形状認識手段によって歩行者と認識され、更に警報判定手段によって警報すべき対象物であると判定された対象物を、他の対象物と区別可能に表示することによって、歩行者形状認識手段によって認識された対象物が歩行者であり、かつ注意が必要であることを利用者に明確に認識させることができると共に、警報する必要のない歩行者については利用者に認識させないことで、利用者の注意を、注意が必要である対象物（歩行者）に集中させることができるという効果が得られる。

【0028】

請求項6に記載の車両周辺監視装置によれば、赤外線画像内で物体が傾くことにより、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

従って、赤外線画像上の歩行者の状態に影響を受けず、対象物を歩行者と認識する精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0029】

請求項7に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者形状認識手段が、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた対象物を歩行者として認識することができる。

従って、対象物の画像から、歩行者の特徴が顕著に現れる頭から肩に相当する領域を検出することに加えて、更に歩行者の特徴が顕著に現れる肩から腕に相当する領域を検出することで、より対象物を歩行者と認識する精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0030】

請求項8に記載の車両周辺監視装置によれば、歩行者と認識された対象物を強調表示することにより、歩行者と認識されなかった対象物と区別して利用者に明確に認識させることができる。

従って、強調表示することにより、利用者にとっては歩行者と認識された対象物がわかりやすくなるという効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、図面を参照して本発明の実施例について説明する。

【実施例】

【0032】

図1は、本発明の一実施例の車両周辺監視装置の構成を示すブロック図である。

図1において、符号1は、本実施例の車両周辺監視装置を制御するCPU（中央演算装置）を備えた画像処理ユニットであって、遠赤外線を検出可能な2つの赤外線カメラ2R、2Lと当該車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ3、更に、当該車両の走行速度（車速）を検出する車速センサ4とブレーキの操作を検出するためのブレーキセンサ5が接続される。これにより、画像処理ユニット1は、車両の周辺の赤外線画像と車両の走行状態を示す信号から、車両前方の歩行者や動物等を検出し、衝突の可能性が高いと判断したときに警報を発する。

【0033】

また、画像処理ユニット1には、音声で警報を発するためのスピーカ6と、赤外線カメラ2R、2Lにより撮影された画像を表示し、衝突の危険性が高い対象物を車両の運転者に認識させるための、例えば自車両の走行状態を数字で表すメータと一体化されたメータ一体Displayや自車両のコンソールに設置されるNAVIDisplay、更にフロントウィンドウの運転者の前方視界を妨げない位置に情報を表示するHUD（Head Up

Display) 7a等を含む画像表示装置7が接続されている。

【0034】

また、画像処理ユニット1は、入力アナログ信号をディジタル信号に変換するA/D変換回路、ディジタル化した画像信号を記憶する画像メモリ、各種演算処理を行うCPU(中央演算装置)、CPUが演算途中のデータを記憶するために使用するRAM(Random Access Memory)、CPUが実行するプログラムやテーブル、マップなどを記憶するROM(Read Only Memory)、スピーカ6の駆動信号、HUD7a等の表示信号などを出力する出力回路を備えており、赤外線カメラ2R、2L及びヨーレートセンサ3、車速センサ4、ブレーキセンサ5の各出力信号は、ディジタル信号に変換されてCPUに入力されるように構成されている。

【0035】

また、図2に示すように、赤外線カメラ2R、2Lは、自車両10の前部に、自車両10の車幅方向中心部に対してほぼ対象な位置に配置されており、2つの赤外線カメラ2R、2Lの光軸が互いに平行であって、かつ両者の路面からの高さが等しくなるように固定されている。なお、赤外線カメラ2R、2Lは、対象物の温度が高いほど、その出力信号レベルが高くなる(輝度が増加する)特性を有している。

また、HUD7aは、自車両10のフロントウインドウの運転者の前方視界を妨げない位置に表示画面が表示されるように設けられている。

【0036】

次に、本実施例の動作について図面を参照して説明する。

図3は、本実施例の車両周辺監視装置の画像処理ユニット1における歩行者等の対象物検出・警報動作を示すフローチャートである。

まず、画像処理ユニット1は、赤外線カメラ2R、2Lの出力信号である赤外線画像を取得して(ステップS1)、A/D変換し(ステップS2)、グレースケール画像を画像メモリに格納する(ステップS3)。なお、ここでは赤外線カメラ2Rにより右画像が得られ、赤外線カメラ2Lにより左画像が得られる。また、右画像と左画像では、同一の対象物の表示画面上の水平位置がずれて表示されるので、このずれ(視差)によりその対象物までの距離を算出することができる。

【0037】

ステップS3においてグレースケール画像が得られたら、次に、赤外線カメラ2Rにより得られた右画像を基準画像とし、その画像信号の2値化処理、すなわち、輝度閾値ITHより明るい領域を「1」(白)とし、暗い領域を「0」(黒)とする処理を行う(ステップS4)。

図4(a)は、赤外線カメラ2Rにより得られたグレースケール画像を示し、これに2値化処理を行うことにより、図4(b)に示すような画像を得る。なお、図4(b)において、例えばP1からP4の枠で囲った物体を、表示画面上に白色として表示される対象物(以下「高輝度領域」という)とする。

赤外線画像から2値化された画像データを取得したら、2値化した画像データをランレングスデータに変換する処理を行う(ステップS5)。ランレングスデータにより表されるラインは、2値化により白となった領域を画素レベルで示したもので、いずれもy方向には1画素の幅を有しており、またx方向にはそれぞれランレングスデータを構成する画素の長さを有している。

【0038】

次に、ランレングスデータに変換された画像データから、対象物のラベリングをする(ステップS6)ことにより、対象物を抽出する処理を行う(ステップS7)。すなわち、ランレングスデータ化したラインのうち、y方向に重なる部分のあるラインを1つの対象物とみなすことにより、例えば図4(b)に示す高輝度領域P1からP4が、それぞれ対象物(2値化対象物)として把握されることになる。

対象物の抽出が完了したら、次に、抽出した対象物の重心G、面積S及び外接四角形の縦横比ASPECTを算出する(ステップS8)。

【0039】

ここで、面積 S は、ラベル A の対象物のランレングスデータを $(x[i], y[i], run[i], A)$ ($i=0, 1, 2, \dots, N-1$) とすると、ランレングスデータの長さ $(run[i] - 1)$ を同一対象物 (N 個のランレングスデータ) について積算することにより算出する。また、対象物 A の重心 G の座標 (x_c, y_c) は、各ランレングスデータの長さ $(run[i] - 1)$ と各ランレングスデータの座標 $x[i]$ 、または $y[i]$ とをそれぞれ掛け合わせ、更にこれを同一対象物について積算したものを、面積 S で割ることにより算出する。

更に、縦横比 $ASPECT$ は、対象物の外接四角形の縦方向の長さ D_y と横方向の長さ D_x との比 D_y/D_x として算出する。

なお、ランレングスデータは画素数 (座標数) ($= run[i]$) で示されているので、実際の長さは「 -1 」する (1 を減算する) 必要がある ($= run[i] - 1$)。また、重心 G の位置は、外接四角形の重心位置で代用してもよい。

【0040】

対象物の重心、面積、外接四角形の縦横比が算出できたら、次に、対象物の時刻間追跡、すなわちサンプリング周期毎の同一対象物の認識を行う (ステップ S_9)。時刻間追跡は、アナログ量としての時刻 t をサンプリング周期で離散化した時刻を k とし、例えば時刻 k で対象物 A 、 B を抽出したら、時刻 $(k+1)$ で抽出した対象物 C 、 D と対象物 A 、 B との同一性判定を行う。そして、対象物 A 、 B と対象物 C 、 D とが同一であると判定されたら、対象物 C 、 D をそれぞれ対象物 A 、 B というラベルに変更することにより、時刻間追跡が行われる。

また、このようにして認識された各対象物の (重心の) 位置座標は、時系列位置データとしてメモリに格納され、後の演算処理に使用される。

【0041】

なお、以上説明したステップ $S_4 \sim S_9$ の処理は、2 値化した基準画像 (本実施例では、右画像) について実行する。

次に、車速センサ 4 により検出される車速 $VCAR$ 及びヨーレートセンサ 3 より検出されるヨーレート YR を読み込み、ヨーレート YR を時間積分することより、自車両 10 の回頭角 θ_r を算出する (ステップ S_{10})。

【0042】

一方、ステップ S_9 とステップ S_{10} の処理に平行して、ステップ $S_{11} \sim S_{13}$ では、対象物と自車両 10 との距離 z を算出する処理を行う。この演算はステップ S_9 、及びステップ S_{10} より長い時間を要するため、ステップ S_9 、 S_{10} より長い周期 (例えばステップ $S_{11} \sim S_{13}$ の実行周期の 3 倍程度の周期) で実行される。

まず、基準画像 (右画像) の 2 値化画像によって追跡される対象物の中の 1 つを選択することにより、右画像から探索画像 R_1 (ここでは、外接四角形で囲まれる領域全体を探索画像とする) を抽出する (ステップ S_{11})。

【0043】

次に、左画像中から探索画像 R_1 に対応する画像 (以下「対応画像」という) を探索する探索領域を設定し、相関演算を実行して対応画像を抽出する (ステップ S_{12})。具体的には、探索画像 R_1 の各頂点座標に応じて、左画像中に探索領域 R_2 を設定し、探索領域 R_2 内で探索画像 R_1 との相関の高さを示す輝度差分総和値 $C(a, b)$ を算出し、この総和値 $C(a, b)$ が最小となる領域を対応画像として抽出する。なお、この相関演算は、2 値化画像ではなくグレースケール画像を用いて行う。

また同一対象物についての過去の位置データがあるときは、その位置データに基づいて探索領域 R_2 より狭い領域 R_{2a} を探索領域として設定する。

【0044】

ステップ S_{12} の処理により、基準画像 (右画像) 中に探索画像 R_1 と、左画像中にこの対象物に対応する対応画像 R_4 とが抽出されるので、次に、探索画像 R_1 の重心位置と対応画像 R_4 の重心位置と視差量 Δd (画素数) を求め、これから自車両 10 と対象物と

の距離 z を算出する (ステップ S 13)。

次に、ステップ S 10 における回頭角 θ_r の算出と、ステップ S 13 における対象物との距離算出が完了したら、画像内の座標 (x , y) 及び距離 z を実空間座標 (X , Y , Z) に変換する (ステップ S 14)。

ここで、実空間座標 (X , Y , Z) は、図 2 に示すように、赤外線カメラ 2R、2L の取り付け位置の中点の位置 (自車両 10 に固定された位置) を原点 O として、図示のように定め、画像内の座標は、画像の中心を原点として水平方向を x 、垂直方向を y と定めている。

【0045】

また、実空間座標が求められたら、自車両 10 が回頭することによる画像上の位置ずれを補正するための回頭角補正を行う (ステップ S 15)。回頭角補正は、時刻 k から ($k+1$) までの期間中に自車両 10 が例えば左方向に回頭角 θ_r だけ回頭すると、カメラによって得られる画像上では、画像の範囲が Δx だけ x 方向にずれるので、これを補正する処理である。

なお、以下の説明では、回頭角補正後の座標を (X , Y , Z) と表示する。

【0046】

実空間座標に対する回頭角補正が完了したら、次に、同一対象物について、 ΔT のモニタ期間内に得られた、回頭角補正後の N 個 (例えば $N=10$ 程度) の実空間位置データ、すなわち時系列データから、対象物と自車両 10 との相対移動ベクトルに対応する近似直線 LMV を求める。

次いで、最新の位置座標 $P(0) = (X(0), Y(0), Z(0))$ と、 $(N-1)$ サンプル前 (時間 ΔT 前) の位置座標 $P(N-1) = (X(N-1), Y(N-1), Z(N-1))$ を近似直線 LMV 上の位置に補正し、補正後の位置座標 $P_v(0) = (X_v(0), Y_v(0), Z_v(0))$ 及び $P_v(N-1) = (X_v(N-1), Y_v(N-1), Z_v(N-1))$ を求める。

【0047】

これにより、位置座標 $P_v(N-1)$ から $P_v(0)$ に向かうベクトルとして、相対移動ベクトルが得られる (ステップ S 16)。

このようにモニタ期間 ΔT 内の複数 (N 個) のデータから対象物の自車両 10 に対する相対移動軌跡を近似する近似直線を算出して相対移動ベクトルを求めることにより、位置検出誤差の影響を軽減して対象物との衝突の可能性をより正確に予測することが可能となる。

【0048】

また、ステップ S 16 において、相対移動ベクトルが求められたら、次に、検出した対象物との衝突の可能性を判定する警報判定処理を行う (ステップ S 17)。なお、警報判定処理については、詳細を後述する。

ステップ S 17 において、自車両 10 と検出した対象物との衝突の可能性がないと判定された場合 (ステップ S 17 の NO)、ステップ S 1 へ戻り、上述の処理を繰り返す。

また、ステップ S 17 において、自車両 10 と検出した対象物との衝突の可能性があると判定された場合 (ステップ S 17 の YES)、ステップ S 18 の警報出力判定処理へ進む。

【0049】

ステップ S 18 では、ブレーキセンサ 5 の出力 BR から自車両 10 の運転者がブレーキ操作を行っているか否かを判別することにより、警報出力判定処理、すなわち警報出力を行うか否かの判定を行う (ステップ S 18)。

もし、自車両 10 の運転者がブレーキ操作を行っている場合には、それによって発生する加速度 G_s (減速方向を正とする) を算出し、この加速度 G_s が所定閾値 G_{TH} より大きいときは、ブレーキ操作により衝突が回避されると判定して警報出力判定処理を終了し (ステップ S 18 の NO)、ステップ S 1 へ戻り、上述の処理を繰り返す。

これにより、適切なブレーキ操作が行われているときは、警報を発しないようにして、

運転者に余計な煩わしさを与えないようにすることができる。

【0050】

また、加速度 G_s が所定閾値 G_{TH} 以下であるとき、または自車両 10 の運転者がブレーキ操作を行っていないければ、直ちにステップ S19 の処理へ進み（ステップ S18 の YES）、対象物と接触する可能性が高いので、スピーカ 6 を介して音声による警報を発する（ステップ S19）とともに、画像表示装置 7 に対して、例えば赤外線カメラ 2R により得られる画像を出力し、接近してくる対象物を自車両 10 の運転者に対する強調映像として表示する（ステップ S20）。

なお、所定閾値 G_{TH} は、ブレーキ操作中の加速度 G_s がそのまま維持された場合に、対象物と自車両 10 との距離 $Z_v(0)$ 以下の走行距離で自車両 10 が停止する条件に対応する値である。また、接近してくる対象物を、自車両 10 の運転者に対する強調映像として画像表示装置 7 に表示する方法としては、具体的には、該当する対象物を枠で囲って表示したり、その輪郭を濃く（強く）表示したり、その色を変えて表示したりする方法等がある。

【0051】

以上が、本実施例の車両周辺監視装置の画像処理ユニット 1 における対象物検出・警報動作であるが、次に、図 5 に示すフローチャートを参照して、図 3 に示したフローチャートのステップ S17 における警報判定処理について更に詳しく説明する。

図 5 は、本実施例の警報判定処理動作を示すフローチャートである。

警報判定処理は、以下に示す衝突判定処理、接近判定領域内か否かの判定処理、進入衝突判定処理、歩行者判定処理、及び人工構造物判定処理により、自車両 10 と検出した対象物との衝突の可能性を判定する処理である。以下、図 6 に示すように、自車両 10 の進行方向に対してはほぼ 90° の方向から、速度 V_p で進行してくる対象物 20 がいる場合を例に取って説明する。

【0052】

図 5 において、まず、画像処理ユニット 1 は衝突判定処理を行う（ステップ S31）。衝突判定処理は、図 6 において、対象物 20 が時間 ΔT の間に距離 $Z_v(N-1)$ から距離 $Z_v(0)$ に接近した場合に、自車両 10 との Z 方向の相対速度 V_s を求め、両者が高さ H 以内で相対速度 V_s を維持して移動すると仮定して、余裕時間 T 以内に両者が衝突するか否かを判定する処理である。ここで、余裕時間 T は、衝突の可能性を予測衝突時刻より時間 T だけ前に判定することを意図したものである。従って、余裕時間 T は例えば 2 ～ 5 秒程度に設定される。また H は、高さ方向の範囲を規定する所定高さであり、例えば自車両 10 の車高の 2 倍程度に設定される。

【0053】

次に、ステップ S31 において、余裕時間 T 以内に自車両 10 と対象物とが衝突する可能性がある場合（ステップ S31 の YES）、更に判定の信頼性を上げるために、画像処理ユニット 1 は対象物が接近判定領域内に存在するか否かの判定処理を行う（ステップ S32）。接近判定領域内か否かの判定処理は、図 7 に示すように、赤外線カメラ 2R、2L で監視可能な領域を太い実線で示す外側の三角形の領域 $AR0$ とすると、領域 $AR0$ 内の、 $Z1 = V_s \times T$ より自車両 10 に近い領域であって、対象物が自車両 10 の車幅 α の両側に余裕 β （例えば 50 ～ 100 cm 程度とする）を加えた範囲に対応する領域 $AR1$ 、すなわち対象物がそのまま存在し続ければ自車両 10 との衝突の可能性がきわめて高い接近判定領域 $AR1$ 内に存在するか否かを判定する処理である。なお、接近判定領域 $AR1$ も所定高さ H を有する。

【0054】

更に、ステップ S32 において、対象物が接近判定領域内に存在しない場合（ステップ S32 の NO）、画像処理ユニット 1 は対象物が接近判定領域内へ進入して自車両 10 と衝突する可能性があるか否かを判定する進入衝突判定処理を行う（ステップ S33）。進入衝突判定処理は、上述の接近判定領域 $AR1$ より X 座標の絶対値が大きい（接近判定領域の横方向外側の）領域 $AR2$ 、 $AR3$ を進入判定領域と呼び、この領域内にある対象物

が、移動することにより接近判定領域AR1に進入すると共に自車両10と衝突するか否かを判定する処理である。なお、進入判定領域AR2、AR3も所定高さHを有する。

【0055】

一方、ステップS32において、対象物が接近判定領域内に存在している場合（ステップS32のYES）、画像処理ユニット1は対象物が歩行者の可能性があるか否かを判定する歩行者判定処理を行う（ステップS34）。なお、歩行者判定処理については、詳細を後述する。

また、ステップS34において、対象物は歩行者の可能性があると判定された場合（ステップS34のYES）、更に判定の信頼性を上げるために、対象物が人工構造物であるか否かを判定する人工構造物判定処理を行う（ステップS35）。人工構造物判定処理は、対象物画像に、例えば以下に示すような歩行者にはあり得ない特徴が検出された場合、該対象物を人工構造物と判定し、警報の対象から除外する処理である。

- (1) 対象物の画像に直線エッジを示す部分が含まれる場合。
- (2) 対象物の画像の角が直角である場合。
- (3) 対象物の画像に同じ形状のものが複数含まれている場合。
- (4) 対象物の画像が予め登録された人工構造物の形状と一致する場合。

【0056】

従って、上述のステップS33において、対象物が接近判定領域内へ進入して自車両10と衝突する可能性がある場合（ステップS33のYES）、及びステップS35において、歩行者の可能性があると判定された対象物が人工構造物でなかった場合（ステップS35のNO）、画像処理ユニット1は、自車両10と検出した対象物との衝突の可能性がある（警報の対象である）と判定し（ステップS36）、図3に示すステップS17のYESとしてステップS18へ進み、警報出力判定処理（ステップS18）を行う。

【0057】

一方、上述のステップS31において、余裕時間T以内に自車両10と対象物とが衝突する可能性がない場合（ステップS31のNO）、あるいはステップS33において、対象物が接近判定領域内へ進入して自車両10と衝突する可能性がない場合（ステップS33のNO）、あるいはステップS34において、対象物は歩行者の可能性がないと判定された場合（ステップS34のNO）、更にはステップS35において、歩行者の可能性があると判定された対象物が人工構造物であった場合（ステップS35のYES）のいずれかであった場合は、画像処理ユニット1は、自車両10と検出した対象物との衝突の可能性がない（警報の対象ではない）と判定し（ステップS37）、図3に示すステップS17のNOとしてステップS1へ戻り、歩行者等の対象物検出・警報動作を繰り返す。

【0058】

次に、図8から図13に示すフローチャートを参照して、図5に示したフローチャートのステップS34における歩行者判定処理について更に詳しく説明する。図8から図13は、本実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

図8において、まず、画像処理ユニット1は、図3に示したフローチャートのステップS8において算出された2値化対象物の重心G（ x_c 、 y_c ）（図14に示す2値化対象物の重心G100）、面積S（図14に示す2値化対象物面積S101）、更に対象物の外接四角形の縦横比ASPECT、及びステップS13において算出された自車両10と対象物との距離 z に加えて、図14に示す2値化対象物の外接四角形の高さ h_b と幅 w_b 、及び外接四角形重心座標（ x_b 、 y_b ）（図14に示す外接四角形重心102）の値を利用して、実空間での2値化対象物の形状の特徴を示す2値化対象物形状特徴量を算出する（ステップS41）。なお、求める2値化対象物形状特徴量は、カメラの基線長D[m]、カメラ焦点距離f[m]、画素ピッチp[m/pixel]、及び左右映像の相関演算によって算出される視差量 Δd [pixel]を用いて算出する。

【0059】

具体的には、外接四角形と対象物面積の比率Rateは、
$$Rate = S / (h_b \times w_b) \quad \dots (1)$$

外接四角形の縦横比 $A S P E C T$ を表す $A s p$ は、

$$A s p = h b / w b \quad \cdots (2)$$

自車両 10 と対象物との距離 z は、

$$z = (f \times D) / (\Delta d \times p) \quad \cdots (3)$$

と表されるので、

実空間における 2 値化対象物の幅 $\Delta W b$ や高さ $\Delta H b$ は、

$$\Delta W b = w b \times z \times p / f$$

$$\Delta H b = h b \times z \times p / f \quad \cdots (4)$$

【0060】

2 値化対象物の重心座標 ($X c$, $Y c$, $Z c$) は、

$$X c = x c \times z \times p / f$$

$$Y c = y c \times z \times p / f$$

$$Z c = z \quad \cdots (5)$$

対象物外接四角形重心座標 ($X b$, $Y b$, $Z b$) は、

$$X b = x b \times z \times p / f$$

$$Y b = y b \times z \times p / f$$

$$Z b = z \quad \cdots (6)$$

2 値化対象物の上端位置座標 ($X t$, $Y t$, $Z t$) は、

$$X t = x b \times z \times p / f$$

$$Y t = y b \times z \times p / f - \Delta H b / 2$$

$$Z t = z \quad \cdots (7)$$

で算出することができる。

【0061】

次に、図 3 に示したフローチャートのステップ S 3 において取得されたグレースケール画像を用いて、ステップ S 7 において抽出された 2 値化対象物を含むグレースケール画像上の対象物の高さを求める (ステップ S 4 2)。グレースケール画像上の対象物の高さの求め方は、所定の大きさのマスク領域を、2 値化対象物外接四角形の上端から複数個並べてグレースケール画像上に設定し、マスク領域内の輝度変化が大きく (対象物と背景画像とが含まれている)、かつ左右の画像間のマスク領域の相関度が高い (マスク領域内に 2 つ以上の対象物が存在しない) と共に、更に 2 値化対象物と同距離 (同視差) であるマスク領域を包含する領域をグレースケール対象物の領域として抽出する。

そして、画像上でのグレースケール対象物の領域の高さ $H e i g h t (p i x e l)$ を算出し、(8) 式によりグレースケール対象物の高さ $\Delta H g$ を算出する。

$$\Delta H g = z \times H e i g h t \times p / f \quad \cdots (8)$$

【0062】

また、図 15 に示すように、画像上でのグレースケール対象物の領域を $A R E A 0$ とし、その中にマスク領域 $A R E A 1$ 、 $A R E A 2$ 、 $A R E A 3$ を設定し、各マスクの輝度平均値と、輝度変化 (分散) を算出する (ステップ S 4 3)。ここで、 $A R E A 1$ の輝度平均値を $A v e_A 1$ 、 $A R E A 2$ の輝度分散を $V a r_A 2$ 、 $A R E A 3$ の輝度分散を $V a r_A 3$ とする。なお、以下の処理において、 $A R E A 1$ は対象物の頭の存在判定に、 $A R E A 2$ は対象物の胴体の存在判定に、更に $A R E A 3$ は頭部から下半身にかけての形状変化の存在判定にそれぞれ使用する。また、 $A R E A 3$ は、例えば壁のような自らは発熱せずに外部より与えられた熱のみを蓄熱する蓄熱体であって、単調な輝度変化を示す対象物の一部が 2 値化処理により抽出された場合、これを歩行者と識別するためにも用いる。なお、図 15 はカメラで捉えられた歩行者を模式的に表したもので、斜線の領域が 2 値化で捉えられた対象物の部位であり、点線で囲まれた領域が 2 値化では捉えられていないが、グレースケール画像で背景に対して物体の存在が確認できる対象物の部位を表す。また、図 15 に示した各部の寸法は、実空間での各部の寸法の一例である。

【0063】

以下、図 8 から図 13 に示すフローチャートに沿って、更に具体的に 2 値化対象物の形

状による歩行者判定及びグレースケール画像の各マスク領域の輝度分散を利用した歩行者判定について説明する。

まず、画像処理ユニット1は、2値化対象物の高さ、幅、存在高さ、輝度平均値、輝度分散について、歩行者として適当な範囲内の値か否かを判定する。

具体的には、歩行者を対象とするため、2値化対象物の幅 ΔWb が閾値 $TH1$ 以上 $TH2$ 以下（歩行者の幅として適当な値）か否かを判定する（ステップS44）。

ステップS44において、2値化対象物の幅 ΔWb が閾値 $TH1$ 以上 $TH2$ 以下であった場合（ステップS44のYES）、2値化対象物の高さ ΔHb が閾値 $TH3$ （歩行者の高さとして適当な値）未満で、かつグレースケール対象物の高さ ΔHg が閾値 $TH4$ （歩行者の高さとして適当な値）未満か否かを判定する（ステップS45）。

【0064】

ステップS45において、2値化対象物の高さ ΔHb が閾値 $TH3$ 未満で、かつグレースケール対象物の高さ ΔHg が閾値 $TH4$ 未満であった場合（ステップS45のYES）、路面からの対象物の上端高さ位置 Yt が閾値 $TH5$ （歩行者の高さとして適当な値）未満か否かを判定する（ステップS46）。

また、ステップS46において、路面からの対象物の上端高さ位置 Yt が閾値 $TH5$ 未満であった場合（ステップS46のYES）、マスク領域AREA3の輝度分散 Var_A3 が閾値 $TH6$ より大きいと判定する（ステップS47）。この処理を、図16の対象物が歩行者の一部あるいは全体である場合や壁の場合のマスク領域AREA3の輝度分散を示した図を用いて説明する。

【0065】

具体的には、マスク領域AREA3の領域幅を2値化対象物幅とすることで、図16（a）に示すように、歩行者の頭部のみが2値化処理により抽出された場合は、下半身部位との輝度差が生じる。また、図16（b）に示すように、少なくとも歩行者の上半身、または全身が2値化処理により抽出された場合には、背景領域（画像）との輝度差が生じる。一方、図16（c）に示すように、壁のように対象物全体の温度差が少ない対象物の場合、2値化抽出部位とそうでない部位の輝度差は少なく、また、対象物はAREA3のように直線部位で構成されている。このため、AREA3の輝度分散 Var_A3 は、歩行者の場合には高い値、壁のような対象物の場合には低い値を示す。

従って、ステップS47では、マスク領域AREA3の輝度分散 Var_A3 が閾値 $TH6$ より大きいと判定することで、対象物が歩行者であるか否かを判定する。

【0066】

更に、ステップS47において、マスク領域AREA3の輝度分散 Var_A3 が閾値 $TH6$ より大きかった場合（ステップS47のYES）、対象物形状の時間変化による歩行者判定を行う。

具体的には、歩行者の2値化対象物を対象とするため、2値化対象物形状が時間的に大きく変化することはないと考えられる。このため、規定時間内の外接四角形の面積と2値化対象物の面積比率であるRateの最大値 Max_Rate と最小値 Min_Rate の差分が閾値 $TH7$ 未満であるか否かを判定する（ステップS48）。

【0067】

また、ステップS48において、規定時間内の外接四角形の面積と2値化対象物の面積比率であるRateの最大値 Max_Rate と最小値 Min_Rate の差分が閾値 $TH7$ 未満であった場合（ステップS48のYES）、次に、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の頭に相当すると推定される部分が存在するか否かを判定する（ステップS48-1）。

更に、ステップS48-1において、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の頭に相当すると推定される部分が存在する場合（ステップS48-1のYES）、次に、領域AREA0に捉えられた対象物に歩行者の肩から腕に相当すると推定される部分が存在するか否かを判定する（ステップS48-2）。

【0068】

なお、領域 AREA0 に捉えられた対象物に歩行者の頭、または肩から腕に相当すると推定される部分が存在するか否かの判定方法（ステップ S48-1 及びステップ S48-2）については、詳細を後述する。

【0069】

一方、ステップ S44 において、2 値化対象物の幅 ΔWb が閾値 TH1 未満か、または TH2 より大きかった場合（ステップ S44 の NO）、あるいはステップ S45 において、2 値化対象物の高さ ΔHb が閾値 TH3 以上か、またはグレースケール対象物の高さ ΔHg が閾値 TH4 以上であった場合（ステップ S45 の NO）、あるいはステップ S46 において、路面からの対象物の上端高さ位置 Yt が閾値 TH5 以上であった場合（ステップ S46 の NO）、あるいはステップ S47 において、マスク領域 AREA3 の輝度分散が閾値 TH6 以下であった場合（ステップ S47 の NO）のいずれかであった場合は、領域 AREA0 に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップ S49）歩行者判定処理を終了し、図 5 に示すステップ S34 の NO として図 5 のステップ S37 へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0070】

同様に、ステップ S48 において、規定時間内の外接四角形の面積と 2 値化対象物の面積比率である $Rate$ の最大値 Max_Rate と最小値 Min_Rate の差分（ $Max_Rate - Min_Rate$ ）が閾値 TH7 以上であった場合（ステップ S48 の NO）、あるいはステップ S48-1 において、領域 AREA0 に捉えられた対象物に歩行者の頭に相当すると推定される部分が存在しない場合（ステップ S48-1 の NO）、あるいはステップ S48-2 において、領域 AREA0 に捉えられた対象物に歩行者の肩から腕に相当すると推定される部分が存在しない場合（ステップ S48-2 の NO）のいずれかであった場合は、領域 AREA0 に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップ S49）歩行者判定処理を終了し、図 5 に示すステップ S34 の NO として図 5 のステップ S37 へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0071】

また、ステップ S48-2 において、領域 AREA0 に捉えられた対象物に歩行者の肩から腕に相当すると推定される部分が存在する場合（ステップ S48-2 の YES）、次に、画像処理ユニット 1 は、更に詳細に抽出された対象物の形状毎の歩行者判定を行う。

具体的には、まず、路面からの対象物の上端高さ位置 Yt が閾値 TH8（歩行者の上半身と下半身を区別できる高さとして適当な値）より大きいかな否かを判定する（ステップ S50）。

ステップ S50 において、路面からの対象物の上端高さ位置 Yt が閾値 TH8 以下であった場合（ステップ S50 の NO）、図 9 のステップ S51 へ進み、歩行者の下半身であるか、座った歩行者として、2 値化対象物の幅 ΔWb が閾値 TH9（歩行者の胴体幅として適当な値）以下かな否かを判定する（ステップ S51）。

【0072】

図 9 は、2 値化処理によって下半身が抽出されたか、座っている歩行者を識別するための処理手順が示されており、ステップ S51 において、2 値化対象物の幅 ΔWb が閾値 TH9 以下であった場合（ステップ S51 の YES）、対象物が座った歩行者であるかな否かを判定するために、グレースケール対象物の高さ ΔHg が閾値 TH10（歩行者の高さとして適当な値）未満かな否かを判定する（ステップ S52）。

【0073】

ステップ S52 において、グレースケール対象物の高さ ΔHg が閾値 TH10 以上であった場合（ステップ S52 の NO）、この対象物が歩行者の胴体または、下半身に相当すると仮定し、上部に頭部が存在するか否かの判定のため、図 15 に示す上部のマスク領域 AREA1 の輝度平均値 Ave_A1 が閾値 TH11 より大きいかな否かを判定する（ステップ S53）。

ステップ S53 において、マスク領域 AREA1 の輝度平均値 Ave_A1 が閾値 TH11 より大きかった場合（ステップ S53 の YES）、更に胴体部位は衣服の影響により

熱を発散しにくい場合があるため、グレースケール画像上で輝度パターンがある対象物として、マスク領域 AREA 2 の輝度分散 Var_A2 が閾値 $TH18$ より大きいかなかを判定する (ステップ S53-1)。

そして、ステップ S53-1 において、マスク領域 AREA 2 の輝度分散 Var_A2 が閾値 $TH18$ より大きかった場合 (ステップ S53-1 の YES)、領域 AREA 0 に捉えられた対象物は歩行者であると判定して (ステップ S54) 歩行者判定処理を終了し、図 5 に示すステップ S34 の YES として図 5 のステップ S35 へ進み、人工構造物判定を行う。

【0074】

一方、ステップ S51 において、2 値化対象物の幅 ΔWb が閾値 $TH9$ より大きかった場合 (ステップ S51 の NO)、またはステップ S53 において、マスク領域 AREA 1 の輝度平均値 Ave_A1 が閾値 $TH11$ 以下であった場合 (ステップ S53 の NO)、更にはステップ S53-1 において、マスク領域 AREA 2 の輝度分散 Var_A2 が閾値 $TH18$ 以下であった場合 (ステップ S53-1 の NO) のいずれかであった場合、領域 AREA 0 に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して (ステップ S55) 歩行者判定処理を終了し、図 5 に示すステップ S34 の NO として図 5 のステップ S37 へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0075】

また、ステップ S52 において、グレースケール対象物の高さ ΔHg が閾値 $TH10$ 未満であった場合 (ステップ S52 の YES)、この対象物は座った歩行者であるとみなし、2 値化対象物の路面からの対象物の上端高さ位置 Yt が閾値 $TH12$ (座った歩行者と立っている歩行者を区別できる高さとして適当な値) より大きいかなかを判定する (ステップ S56)。

ステップ S56 において、2 値化対象物の路面からの対象物の上端高さ位置 Yt が閾値 $TH12$ よりも大きかった場合 (ステップ S56 の YES)、2 値化対象物の外接四角形の縦横比 ASPECT を表す Asp が、閾値 $TH13$ 以上 $TH14$ 以下 (歩行者として適当な値) かなかを判定する (ステップ S57)。

【0076】

ステップ S57 において、2 値化対象物の外接四角形の縦横比 ASPECT を表す Asp が閾値 $TH13$ 以上 $TH14$ 以下であった場合 (ステップ S57 の YES)、(9) 式で表される外接四角形重心 102 と 2 値化対象物の重心 $G100$ との実空間での距離 Dis_c が閾値 $TH15$ (歩行者として適当な値) 未満かなかを判定する (ステップ S58)。

$$Dis_c = \sqrt{(Xb - Xc)^2 + (Yb - Yc)^2} \quad \dots (9)$$

ステップ S58 において、距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 未満であった場合 (ステップ S58 の YES)、例えば ΔWb が 1.0 m 以下で、 ΔHg が 1.0 m 未満の対象物には歩行者以外の対象物、具体的には車輛の前部などが含まれるため、2 値化対象物の上部マスク領域 AREA 1 において、予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在するかなかを判定する (ステップ S59)。

【0077】

ステップ S59 において、2 値化対象物の上部マスク領域 AREA 1 に予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在する場合 (ステップ S59 の YES)、領域 AREA 0 に捉えられた対象物は歩行者であると判定して (ステップ S54) 歩行者判定処理を終了し、図 5 に示すステップ S34 の YES として図 5 のステップ S35 へ進み、人工構造物判定を行う。

【0078】

一方、ステップ S56 において、2 値化対象物の路面からの対象物の上端高さ位置 Yt が閾値 $TH12$ 以下であった場合 (ステップ S56 の NO)、あるいはステップ S57 において、2 値化対象物の外接四角形の縦横比 ASPECT を表す Asp が閾値 $TH13$ 未満、あるいは $TH14$ より大きかった場合 (ステップ S57 の NO)、あるいはステップ

S58において、距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 以上であった場合（ステップS58のNO）、更にはステップS59において、2値化対象物の上部マスク領域AREA1に予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在しない場合（ステップS59のNO）のいずれかであった場合は、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS55）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のNOとして図5のステップS37へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0079】

また、図8のステップS50において、路面からの対象物の上端高さ位置 Y_t が閾値 $TH8$ （歩行者の上半身と下半身を区別できる高さとして適当な値）より大きかった場合（ステップS50のYES）、図10のステップS60へ進み、対象物が空中に浮いている物体（例えば、カーブミラーのような対象物）か否かを判定するために、グレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値 $TH16$ （上述の閾値 $TH8$ と同じ値）より大きいかな否かを判定する（ステップS60）。

【0080】

図10は、2値化処理によって頭部や上半身が抽出された歩行者を識別するための処理手順が示されており、ステップS60において、グレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値 $TH16$ より大きかった場合（ステップS60のYES）、対象物は空中に浮いている物体ではないので、次に、対象物領域（AREA0）の上端部位に頭部が存在するか、あるいは胴体部位が存在するかを判定する。具体的には、まず頭部は露出しているため、マスク領域AREA1の輝度平均値 Ave_A1 が閾値 $TH17$ より大きいかな否かを判定する（ステップS61）。

【0081】

ステップS61において、マスク領域AREA1の輝度平均値 Ave_A1 が閾値 $TH17$ より大きかった場合（ステップS61のYES）、胴体部位は衣服の影響により熱を発散しにくい場合があるため、グレースケール画像上で輝度パターンがある対象物として、マスク領域AREA2の輝度分散 Var_A2 が閾値 $TH18$ より大きいかな否かを判定する（ステップS62）。

また、ステップS62において、マスク領域AREA2の輝度分散 Var_A2 が閾値 $TH18$ より大きかった場合（ステップS62のYES）、まず頭部、あるいは上半身が2値化処理により抽出された歩行者を判定するために、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値 $TH19$ （歩行者の頭部、あるいは上半身を区別できる幅として適当な値）以下かな否かを判定する（ステップS63）。

【0082】

次に、ステップS63において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値 $TH19$ より大きかった場合（ステップS63のNO）、少なくとも歩行者の上半身、または全身が2値化処理により抽出された歩行者を判定するために、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値 $TH9$ （歩行者の胴体幅として適当な値）以下かな否かを判定する（ステップS64）。

更に、ステップS64において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値 $TH9$ より大きかった場合（ステップS64のNO）、複数の歩行者が並列歩行を行っているかな否かを判定するために、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値 $TH2$ （歩行者の胴体幅として適当な値）以下かな否かを判定する（ステップS65）。

【0083】

また、以上の判定では、ステップS60において、グレースケール対象物の高さ ΔH_g が閾値 $TH16$ 以下であった場合（ステップS60のNO）、あるいはステップS61において、マスク領域AREA1の輝度平均値 Ave_A1 が閾値 $TH17$ 以下であった場合（ステップS61のNO）、あるいはステップS62において、マスク領域AREA2の輝度分散 Var_A2 が閾値 $TH18$ 以下であった場合（ステップS62のNO）、更にはステップS65において、2値化対象物の幅 ΔW_b が閾値 $TH2$ より大きかった場合（ステップS65のNO）のいずれかであった場合は、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS66）歩行者判定処理を終了し、図5に示す

ステップS34のNOとして図5のステップS37へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0084】

一方、ステップS63において、2値化対象物の幅 ΔWb が閾値 $TH19$ 以下であった場合（ステップS63のYES）、対象物は、頭部あるいは上半身が2値化処理により抽出された歩行者であるとして、図11のステップS67へ進み、2値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表す Asp が、閾値 $TH20$ 以上 $TH21$ 以下（歩行者の頭部や上半身として適当な値）か否かを判定する（ステップS67）。

【0085】

図11は、2値化処理によって頭部や上半身が抽出された歩行者を識別するための処理手順が示されており、ステップS67において、2値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表す Asp が閾値 $TH20$ 以上 $TH21$ 以下であった場合（ステップS67のYES）、前述の外接四角形重心102と2値化対象物の重心 $G100$ との実空間での距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 未満か否かを判定する（ステップS68）。

ステップS68において、距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 未満であった場合（ステップS68のYES）、領域 $AREA0$ に捉えられた対象物は歩行者であると判定して（ステップS69）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のYESとして図5のステップS35へ進み、人工構造物判定を行う。

【0086】

一方、ステップS67において、2値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表す Asp が閾値 $TH20$ 未満か、または $TH21$ より大きかった場合（ステップS67のNO）、あるいはステップS68において、距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 以上であった場合（ステップS68のNO）、領域 $AREA0$ に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS70）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のNOとして図5のステップS37へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0087】

また、図10のステップS64において、2値化対象物の幅 ΔWb が閾値 $TH9$ 以下であった場合（ステップS64のYES）、対象物は少なくとも歩行者の上半身、または全身が2値化処理により抽出された歩行者であるとして、図12のステップS71へ進み、2値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表す Asp が、閾値 $TH13$ 以上 $TH21$ 以下（歩行者の上半身や全身として適当な値）か否かを判定する（ステップS71）。

【0088】

図12は、2値化処理によって上半身や全身が抽出された歩行者を識別するための処理手順が示されており、ステップS71において、2値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表す Asp が閾値 $TH13$ 以上 $TH21$ 以下であった場合（ステップS71のYES）、前述の外接四角形重心102と2値化対象物の重心 $G100$ との実空間での距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 未満か否かを判定する（ステップS72）。

【0089】

ステップS72において、距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 未満であった場合（ステップS72のYES）、対象物には、歩行者以外の対象物、例えば、車輛の前部などが含まれるため、2値化対象物の上部マスク領域 $AREA1$ において、予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在するか否かを判定する（ステップS73）。

ステップS73において、2値化対象物の上部マスク領域 $AREA1$ に予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在する場合（ステップS73のYES）、領域 $AREA0$ に捉えられた対象物は歩行者であると判定して（ステップS74）歩行者判定処理を終了し、図5に示すステップS34のYESとして図5のステップS35へ進み、人工構造物判定を行う。

【0090】

一方、ステップS71において、2値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表

す Asp が閾値 $TH13$ 未満か、または以上 $TH21$ より大きかった場合（ステップ $S71$ の NO ）、あるいはステップ $S72$ において、距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 以上であった場合（ステップ $S72$ の NO ）、更にはステップ $S73$ において、2 値化対象物の上部マスク領域 $AREA1$ に予め登録した頭部パターンと相関度が高い部位が存在しない場合（ステップ $S73$ の NO ）のいずれかであった場合は、領域 $AREA0$ に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップ $S75$ ）歩行者判定処理を終了し、図 5 に示すステップ $S34$ の NO として図 5 のステップ $S37$ へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0091】

また、図 10 のステップ $S65$ において、2 値化対象物の幅 ΔWb が閾値 $TH2$ 以下であった場合（ステップ $S65$ の YES ）、対象物は複数の歩行者が並列歩行を行っているため、対象物の外接四角形内には背景領域が多く含まれていると判断し、図 13 のステップ $S76$ へ進み、規定時間内の外接四角形の面積と 2 値化対象物の面積比率である $Rate$ が閾値 $TH22$ 未満か否かを判定する（ステップ $S76$ ）。

【0092】

図 13 は、対象物が複数の歩行者が並列歩行を行っている場合の処理手順が示されており、ステップ $S76$ において、規定時間内の外接四角形の面積と 2 値化対象物の面積比率である $Rate$ が閾値 $TH22$ 未満であった場合（ステップ $S76$ の YES ）、2 値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表す Asp が、閾値 $TH23$ 以上 $TH14$ 以下（歩行者の並列歩行を判断するのに適当な値）か否かを判定する（ステップ $S77$ ）。

【0093】

ステップ $S77$ において、2 値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表す Asp が閾値 $TH23$ 以上 $TH14$ 以下であった場合（ステップ $S77$ の YES ）、前述の外接四角形重心 102 と 2 値化対象物の重心 $G100$ との実空間での距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 未満か否かを判定する（ステップ $S78$ ）。ステップ $S78$ において、距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 未満であった場合（ステップ $S78$ の YES ）、領域 $AREA0$ に捉えられた対象物は歩行者であると判定して（ステップ $S79$ ）歩行者判定処理を終了し、図 5 に示すステップ $S34$ の YES として図 5 のステップ $S35$ へ進み、人工構造物判定を行う。

【0094】

一方、ステップ $S76$ において、規定時間内の外接四角形の面積と 2 値化対象物の面積比率である $Rate$ が閾値 $TH22$ 以上であった場合（ステップ $S76$ の NO ）、あるいはステップ $S77$ において、2 値化対象物の外接四角形の縦横比 $ASPECT$ を表す Asp が閾値 $TH23$ 未満か、または $TH14$ より大きかった場合（ステップ $S77$ の NO ）、更にはステップ $S78$ において、距離 Dis_c が閾値 $TH15$ 以上であった場合（ステップ $S78$ の NO ）のいずれかであった場合は、領域 $AREA0$ に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップ $S80$ ）歩行者判定処理を終了し、図 5 に示すステップ $S34$ の NO として図 5 のステップ $S37$ へ進み、対象物は警報対象ではないと判定する。

【0095】

次に、図 17 から図 20 を参照して、図 8 のステップ $S48-1$ 及びステップ $S48-2$ で示した歩行者の形状判定の方法、具体的には領域 $AREA0$ に捉えられた対象物に歩行者の頭、または肩から腕に相当すると推定される部分が存在するか否かの判定方法について説明する。図 17 は、本実施例の歩行者形状判定処理（頭部及び肩部判定処理）動作を示すフローチャートである。

【0096】

図 17 では、まず、歩行者頭部の存在の有無を、歩行者頭部の輝度階調は、頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという画像上の各領域（各部）の輝度の特徴を用いて検出する。すなわち、図 18 (a)、(b) に示すように、グレースケール画像で抽出された対象物領域 $AREA0$ の上部から、実空間で $x_h [m]$ の領域にプロジェクシ

ョンエリア AREA4 を設定し (ステップ S91)、縦方向の輝度プロジェクション (画素毎の輝度を縦方向に積算した積算輝度の横方向の分布) を算出し (ステップ S92)、映像左上原点 O を基準にして最大ピークを示す横方向座標 xCC を検出する (ステップ S93)。

【0097】

具体的には、プロジェクションエリア AREA4 のプロジェクションは、図 18 (b) に示すようにピークを持つ特性となるので、そのピーク位置の横軸座標 (点線 Line__P で示す) を、図 18 (a) に示すように、実際のプロジェクションエリア AREA4 上で求め、映像左上原点 O を基準にして最大ピークを示す横方向座標 xCC を検出する。なお、図 18 (b) においてピーク位置を示す点線 Line__P の横軸座標と、図 18 (a) に示された点線 Line__P の横軸座標とは同一の座標を示すものとする。

【0098】

次に、図 19 (a) に示すように、ステップ S93 において検出した横方向位置 xCC を基準に、歩行者の頭部位置に相当すると推定される領域に基準領域マスク Mask__C を設定する (ステップ S94) と共に、その左右位置に肩上部空間に相当すると推定される対象領域マスク Mask__LT、Mask__RT を対象領域 1 として設定する (ステップ S95)。

【0099】

但し、図 19 (a) において、基準領域マスク Mask__C、及び対象領域マスク Mask__LT、Mask__RT の大きさと形状は、図 19 (b) に示すように長さ Mask__w を一辺とする正方形とする。なお、長さ Mask__W、長さ W__Space は、実空間で指定された大きさを映像上に投影したサイズとする。また、対象領域マスク Mask__LT、Mask__RT は、画像上では車両に正対していない歩行者が傾斜して捉えられることを考慮して、基準領域マスク Mask__C より、例えば長さ Mask__W/2 だけ上方にずらして配置する。

【0100】

なお、対象領域マスク Mask__LT、Mask__RT を基準領域マスク Mask__C より上方にずらして配置することで、画像の解像度に起因する実際の対象物の位置と画像上の対象物の位置との誤差に対し、対象領域マスクの配置に十分な余裕を与え、対象領域に目的の領域とは異なる領域の画像が入ることを防止することができる。

【0101】

そして、基準領域マスクの平均輝度 Mask__C__ave、及び対象領域マスクの平均輝度 Mask__LT__ave、Mask__RT__ave を算出すると共に、求められた各領域の平均輝度から、歩行者の頭部が存在するか否かを判定する (ステップ S96)。

もし、ステップ S96 において、歩行者の頭部が存在しない場合 (ステップ S96 の NO)、図 8 に示すステップ S48-1 の NO として図 8 のステップ S49 へ進み、領域 AREA0 に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して (ステップ S49) 歩行者判定処理を終了する。

また、ステップ S96 において、歩行者の頭部が存在する場合 (ステップ S96 の YES)、次のステップ S97 へ進む。

【0102】

なお、ステップ S96 では、具体的に画像上の各領域 (各部) の輝度の特徴を比較するために、下記 (10) 式から (12) 式で示す閾値 TH24、TH25 との比較による条件を判断して、これを全て満たす場合には、頭部の左右 (背景) の輝度階調に対して高輝度である歩行者頭部の輝度階調が認められるので、頭部が存在すると判定する。

$$「Mask_C_ave」 - 「Mask_LT_ave」 > TH24 \cdots (10)$$

$$「Mask_C_ave」 - 「Mask_RT_ave」 > TH24 \cdots (11)$$

$$「Mask_C_ave」 > TH25 \cdots (12)$$

【0103】

次に、歩行者では捉えやすい肩から腕にかけての部分の存在有無を判定するために、歩

行者の左右の肩から腕にかけての部分は頭部位置と同距離に存在すると共に、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという画像上の各領域（各部）の輝度の特徴を用いて、歩行者の肩から腕にかけての部分の有無を検出する。これにより、更に歩行者検出の精度を向上させることができる。具体的には、まず図19（a）に示すように、ステップS96の頭部判定で使った頭部左右の対象領域マスクMask__LT、Mask__RTの下方に、肩から腕にかけての部分に相当する別の対象領域マスクMask__LU、Mask__RUを対象領域2として設定する（ステップS97）。

【0104】

そして、歩行者の肩から腕にかけての部分は形状や距離が変化しやすいので、対象領域マスクMask__LT、Mask__RTと、肩から腕にかけての部分に相当する別の対象領域マスクMask__LU、Mask__RUとの相関度を比較し、歩行者の肩から腕にかけての部分が存在するか否かを判定する（ステップS98）。

もし、ステップS98において、歩行者の肩から腕にかけての部分が存在しない場合（ステップS98のNO）、図8に示すステップS48-2のNOとして図8のステップS49へ進み、領域AREA0に捉えられた対象物は歩行者ではないと判定して（ステップS49）歩行者判定処理を終了する。

また、ステップS98において、歩行者の肩から腕にかけての部分が存在する場合（ステップS98のYES）、次のステップS99へ進む。

【0105】

なお、ステップS98では、具体的に画像上の各領域（各部）の輝度の特徴を比較するために、対象領域マスクMask__LTと別の対象領域マスクMask__LUの相関度エラー値をError__L、対象領域マスクMask__RTと別の対象領域マスクMask__RUの相関度エラー値をError__Rとし、下記（13）式から（14）式で示す閾値TH26との比較による2つの条件を判断して、これを全て満たす場合には、肩から腕にかけての部分の存在の可能性があるとして判定する。但し、相関度エラー値には、SAD（Sum of Absolute difference）の平均誤差を用いるものとする。

$$「Error_R」 > TH26 \cdots (13)$$

$$「Error_L」 > TH26 \cdots (14)$$

【0106】

次に、図20に示すように、グレースケール画像で抽出された対象物領域AREA0の下方左右に2つの領域Mask__L、Mask__Rを対象領域3として設定し（ステップS99）、これらの視差（実空間距離）を左右のステレオ映像から算出する。但し、W2__Space、Mask__W1は、実空間で指定された大きさを映像上に投影したサイズである。

また、歩行者全体の距離と肩から腕にかけての部分の距離とは等しいはずであるから、この領域に歩行者の肩から腕にかけての部分が存在する場合、歩行者全体の距離とこの領域の距離とは等しいはずである。

【0107】

そこで、算出した視差をそれぞれMask__L__disparity、Mask__R__disparity、グレースケール画像での対象物の領域の視差をMask__disparityとすると、下記（15）式から（16）式で示す閾値TH27との比較による2つの条件を満たす場合には、肩から腕にかけての部分が存在する対象物が歩行者であると判定する（ステップS100）。

$$|「Mask_disparity」 - 「Mask_L_disparity」| < TH27 \cdots (15)$$

$$|「Mask_disparity」 - 「Mask_R_disparity」| < TH27 \cdots (16)$$

【0108】

なお、上述のステップS91からステップS96までの処理が、図8のステップS48

ー 1 で示した歩行者の形状判定の方法、具体的には領域 AREA0 に捉えられた対象物に歩行者の頭に相当すると推定される部分が存在するか否かの判定方法に相当する。また、上述のステップ S 97 からステップ S 100 までの処理が、図 8 のステップ S 48-2 で示した歩行者の形状判定の方法、具体的には領域 AREA0 に捉えられた対象物に歩行者の肩から腕に相当すると推定される部分が存在するか否かの判定方法に相当する。

【0109】

なお、本実施例では、対象物検出・警報動作のステップ S 17～ステップ S 20 において、歩行者と認識した対象物に対して、警報判定処理や警報判定出力処理を行って、警報出力が必要であると判定した場合に、スピーカ 6 を介して音声による警報を発するとともに、画像表示装置 7 に対して、例えば赤外線カメラ 2R により得られる画像を出力し、接近してくる対象物を自車両 10 の運転者に対する強調映像として表示すると説明したが、警報判定処理や警報判定出力処理を行わずに、対象物を歩行者として認識した時点で、スピーカ 6 を介して音声による警報を発したり、画像表示装置 7 に対して、例えば赤外線カメラ 2R により得られる画像を出力し、接近してくる対象物を自車両 10 の運転者に対する強調映像として表示するようにしても良い。

【0110】

また、本実施例では、画像処理ユニット 1 が、警報判定手段と、歩行者頭部領域推定手段と、歩行者肩上方部領域推定手段と、歩行者肩部領域推定手段と、歩行者形状認識手段とを含んでいる。より具体的には、図 3 において相対移動ベクトルから対象物との衝突可能性があるか否かを判定するステップ S 17 の処理が警報判定手段に相当する。あるいは図 3 においてブレーキ操作時の加速度に基づいて警報出力を行うか否かを判定するステップ S 18 の処理が警報判定手段に相当する。また、図 17 のステップ S 91 からステップ S 94 が歩行者頭部領域推定手段に相当し、図 17 のステップ S 95 が歩行者肩上方部領域推定手段に相当する。また、図 17 のステップ S 97 及びステップ S 99 が歩行者肩部領域推定手段に相当し、図 17 のステップ S 96、ステップ S 98、ステップ S 100 が歩行者形状認識手段に相当する。

【0111】

以上説明したように、本実施例の車両周辺監視装置は、赤外線カメラにより撮影された画像のグレースケール画像から歩行者等の対象物を 2 値化処理によって抽出した後、2 値化対象物を含むグレースケール画像上で、歩行者頭部領域推定手段が歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定し、歩行者肩上方部領域推定手段が、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される、基準領域より上方に配置された 2 つの対象領域を設定する。

【0112】

これにより、まず歩行者形状認識手段が、歩行者頭部の輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調に対して高輝度であるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の頭から肩に相当する領域を認識する。

【0113】

更に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される対象領域と、歩行者肩部領域推定手段により設定された歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域とを比較し、歩行者の肩から腕にかけての輝度階調は、歩行者の肩上方空間に位置する頭部の左右（背景）の輝度階調とは異なるという特徴に基づき、赤外線画像に捉えられた歩行者の肩から腕に相当する領域を認識する。

【0114】

そして、歩行者全体の距離と肩から腕にかけての部分の距離とは等しいはずであるから、歩行者全体の距離と肩から腕に相当する領域の距離とを比較し、その差が所定値より小さい場合、歩行者形状認識手段は、歩行者の頭から肩に相当する領域及び肩から腕に相当する領域を含む 2 値化対象物が歩行者であると認識することができる。

【0115】

従って、対象物の画像から、もし赤外線画像上に歩行者が傾いて撮影されても、対象領

域に目的の領域とは異なる領域の画像が入らないように、基準領域より上方に配置された2つの対象領域を用いて、まず、歩行者の特徴が顕著に現れる頭から肩に相当する領域を検出し、次に、歩行者の特徴が顕著に現れる肩から腕に相当する領域を検出し、更に、歩行者の全体を含む領域と肩から腕に相当する領域との距離が等しいことを確認してから、歩行者の頭から肩に相当する領域及び肩から腕に相当する領域を含む2値化対象物が歩行者であると認識することで、歩行者の検出精度を向上させることができるという効果が得られる。

【0116】

また、歩行者形状認識手段が歩行者として認識した対象物と、歩行者と認識されなかった対象物とを区別して画像表示手段7に表示することで、認識された対象物が歩行者であることを、利用者に明確に認識させることができる。特に、歩行者形状認識手段により歩行者と認識され、更に警報判定手段によって警報すべき対象物であると判定された対象物を、他の対象物と区別して表示することによって、認識された対象物が歩行者であり、かつ注意が必要であることを利用者に明確に認識させることができると共に、警報する必要のない歩行者については利用者に認識させないことで、利用者の注意を、注意が必要である対象物（歩行者）に集中させることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図1】 本発明の一実施例の車両周辺監視装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 車両における赤外線カメラやセンサ、ディスプレイ等の取り付け位置を示す図である。

【図3】 同実施例の車両周辺監視装置の対象物検出・警報動作を示すフローチャートである。

【図4】 赤外線カメラにより得られるグレースケール画像とその2値化画像を示す図である。

【図5】 同実施例の警報判定処理動作を示すフローチャートである。

【図6】 衝突が発生しやすい場合を示す図である。

【図7】 車両前方の領域区分を示す図である。

【図8】 同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図9】 同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図10】 同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図11】 同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図12】 同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図13】 同実施例の歩行者判定処理動作を示すフローチャートである。

【図14】 同実施例の2値化対象物形状特徴量について示す図である。

【図15】 同実施例のマスク領域設定について示す図である。

【図16】 対象物が歩行者の一部あるいは全体である場合や、壁の場合のマスク領域AREA3の輝度分散を示した図である。

【図17】 同実施例の歩行者形状判定処理（頭部及び肩部判定処理）動作を示すフローチャートである。

【図18】 同実施例のプロジェクション算出処理を示す図である。

【図19】 同実施例の頭部及び肩部判定処理を示す図である。

【図20】 同実施例の肩部判定処理を示す図である。

【符号の説明】

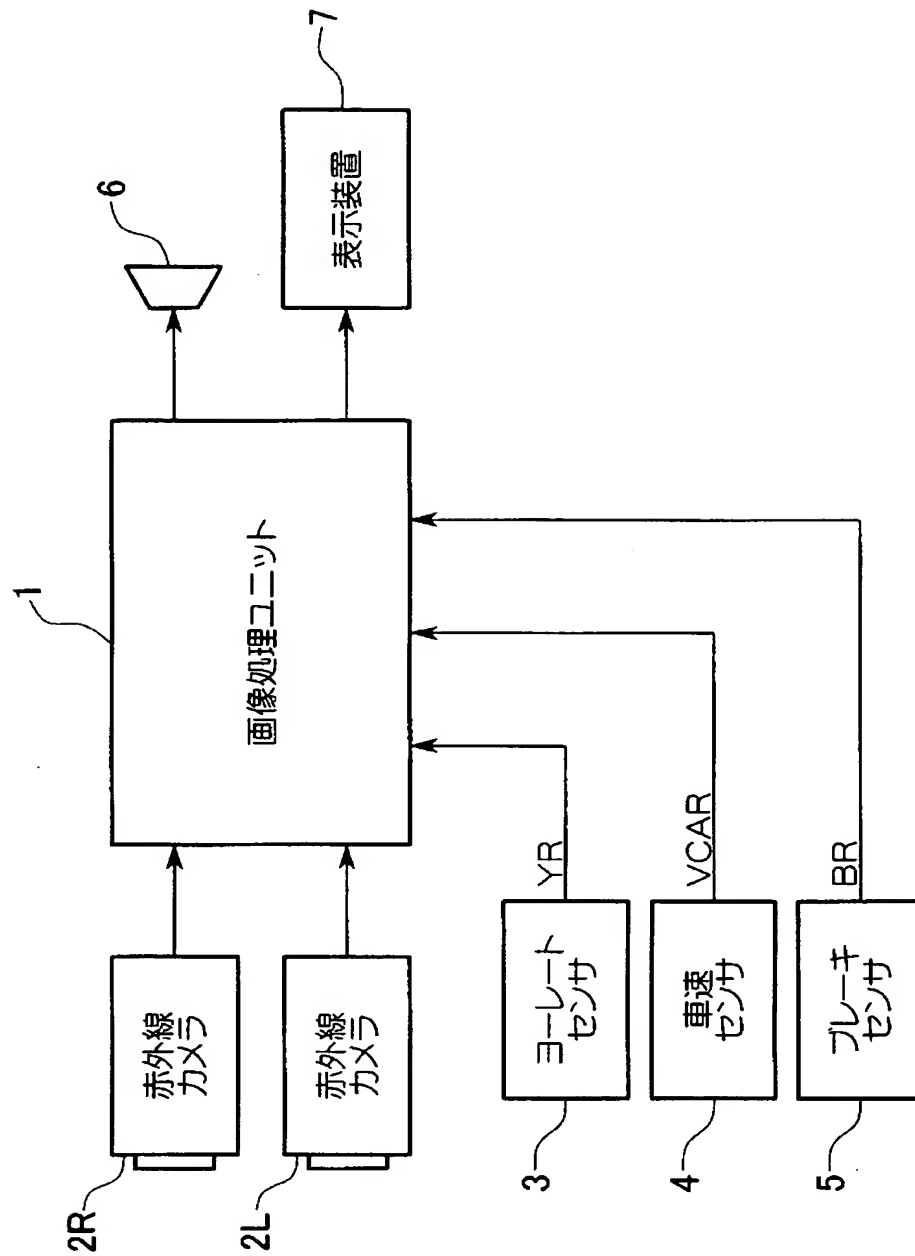
【0118】

- 1 画像処理ユニット
- 2 R、2 L 赤外線カメラ
- 3 ヨーレートセンサ
- 4 車速センサ
- 5 ブレーキセンサ

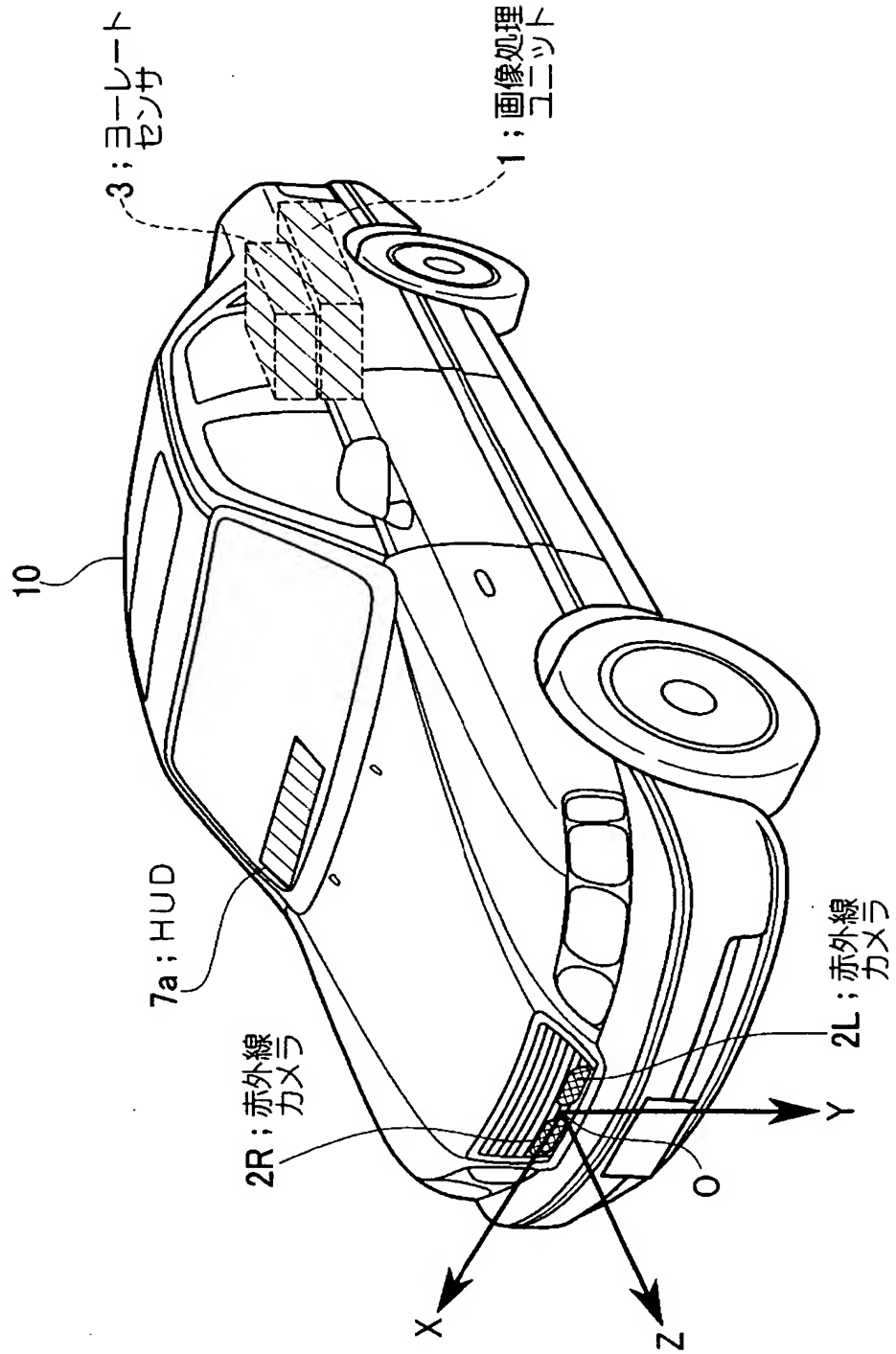


- 6 スピーカ
- 7 画像表示装置（表示手段）
- 10 自車両
- S17、S18 警報判定手段
- S91～S94 歩行者頭部領域推定手段
- S95 歩行者肩上方部領域推定手段
- S97、S99 歩行者肩部領域推定手段
- S96、S98、S100 歩行者形状認識手段

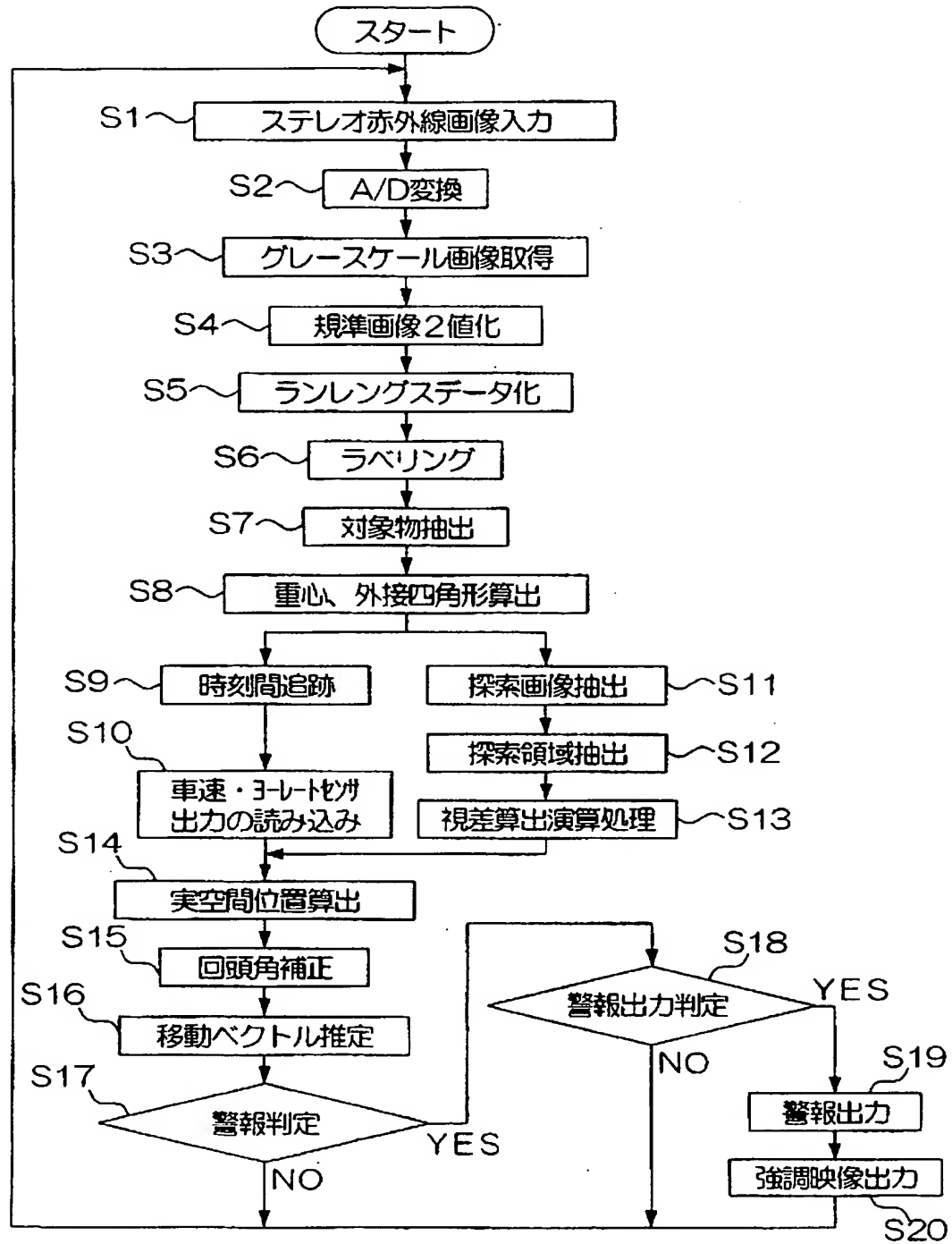
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



【図 3】

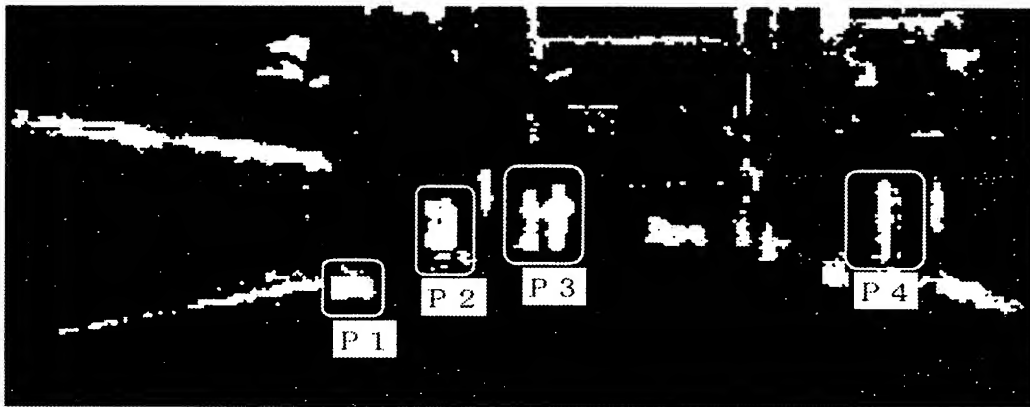


【図 4】

(a)

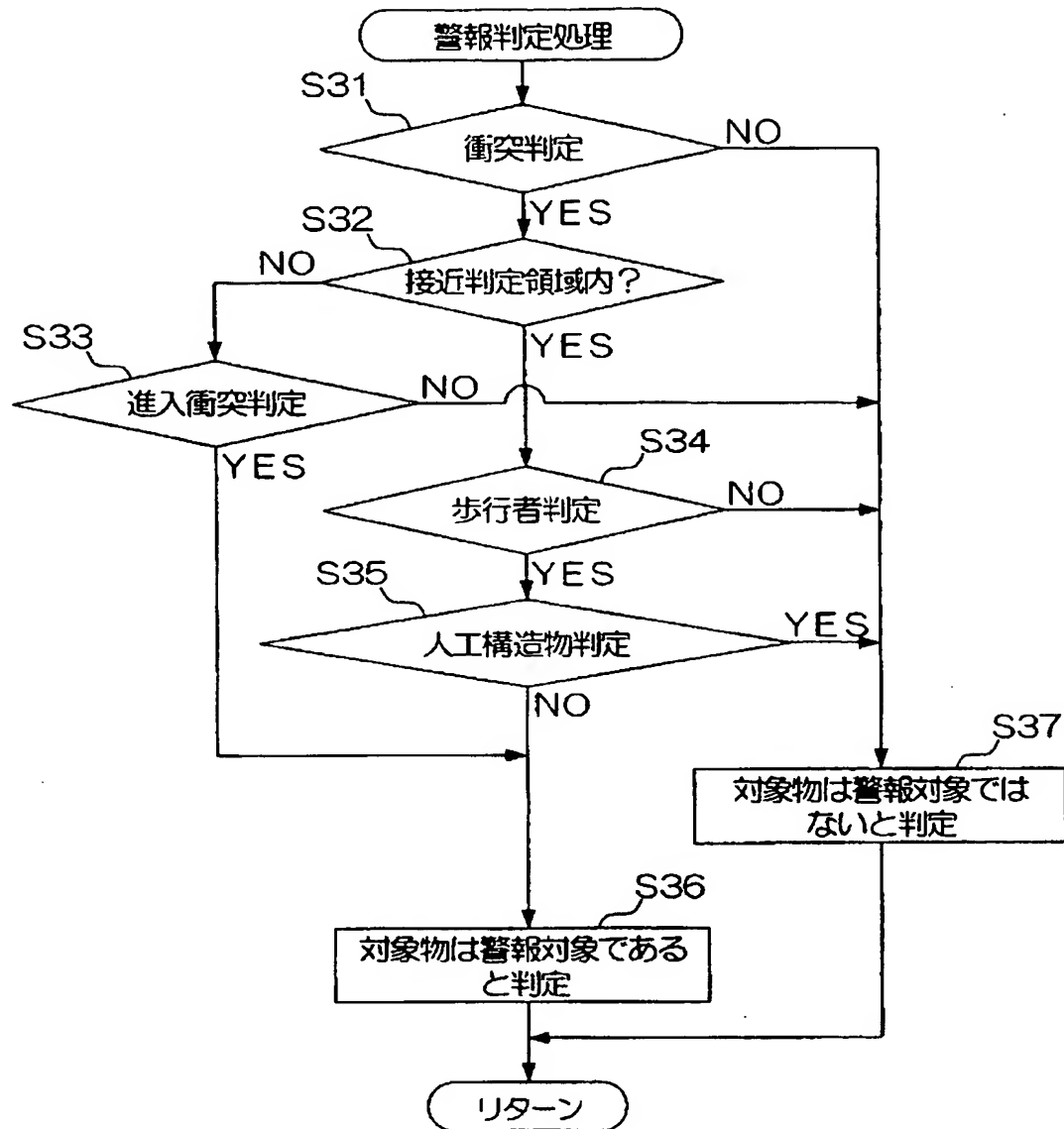


(b)

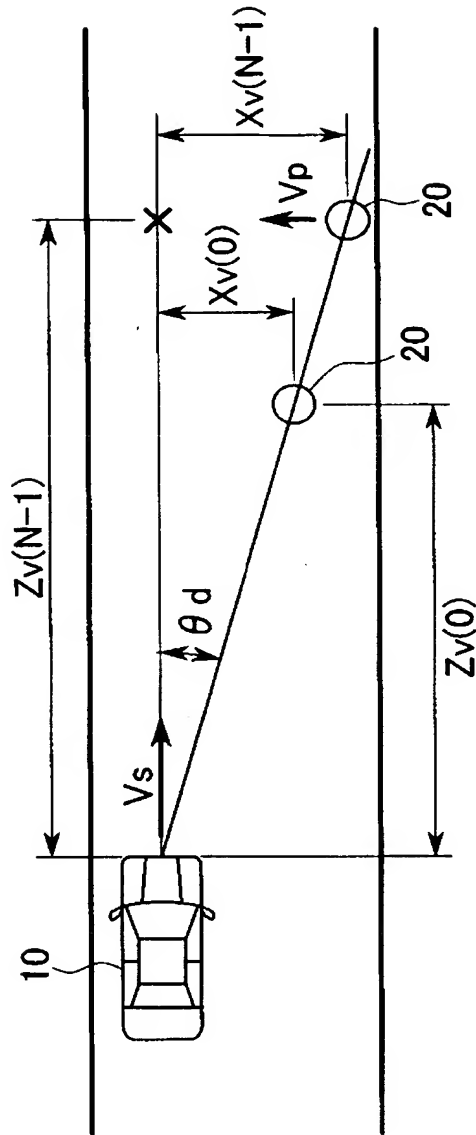


P 1 から P 4 の枠内の物体が対象物

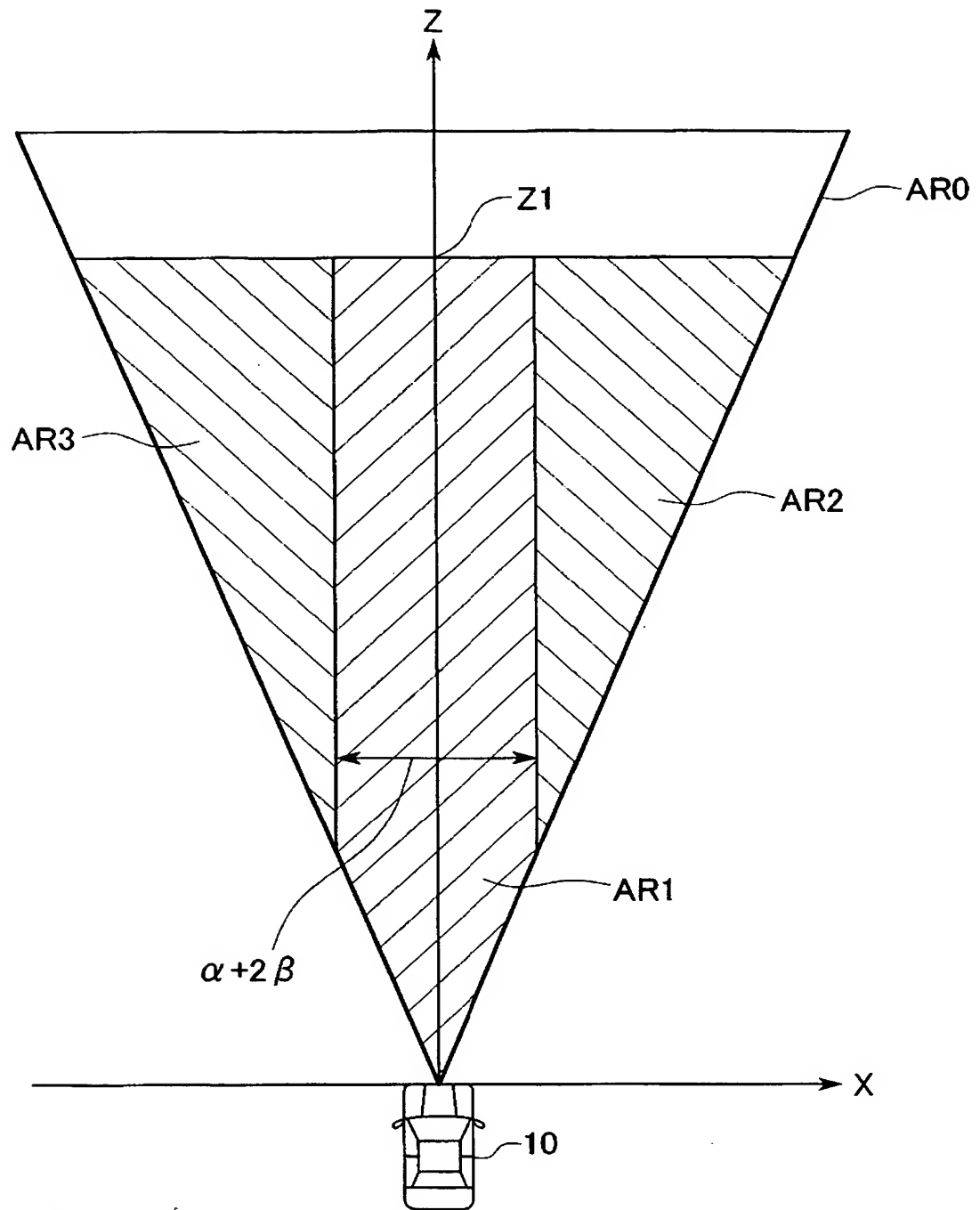
【図 5】



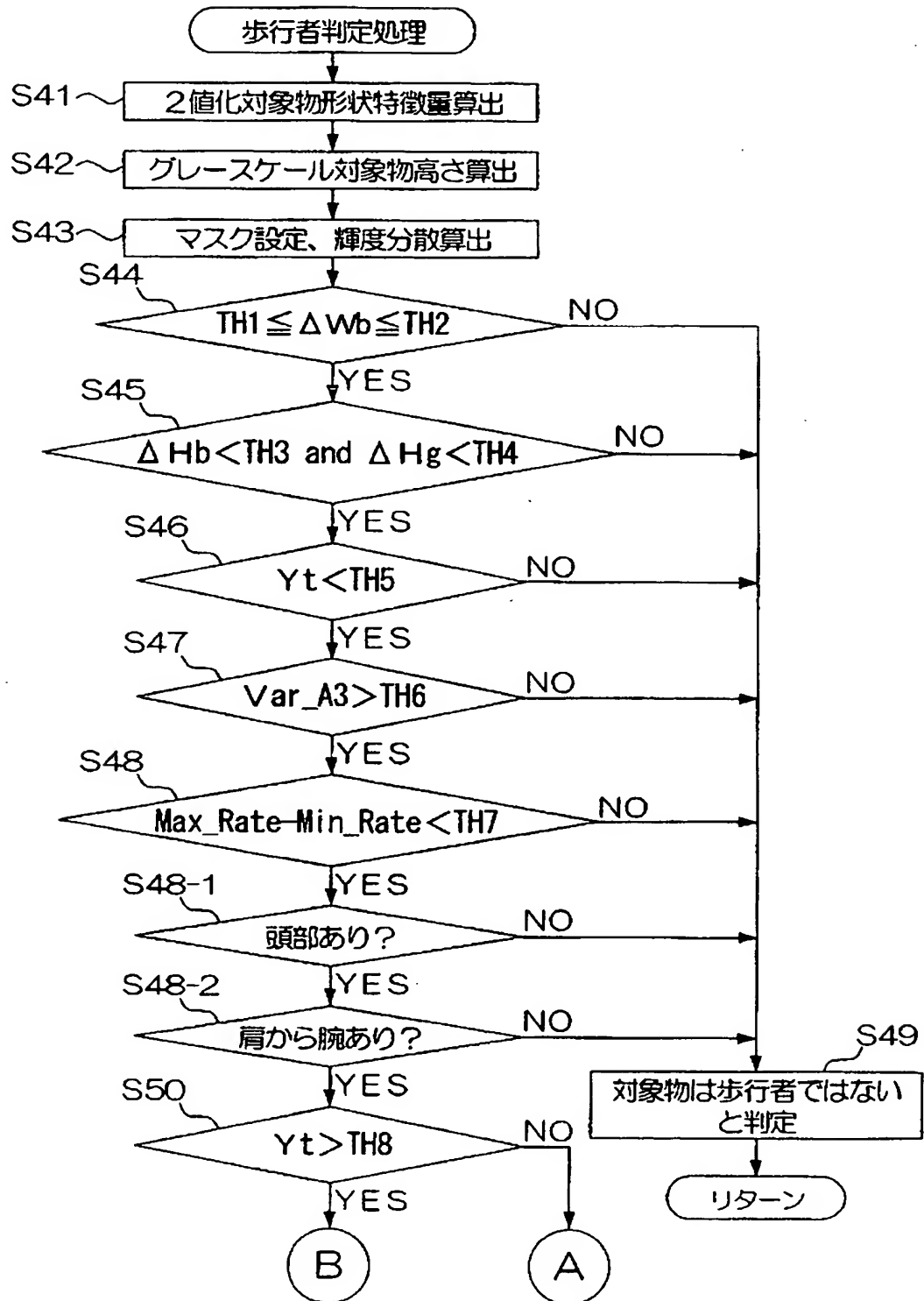
【図 6】



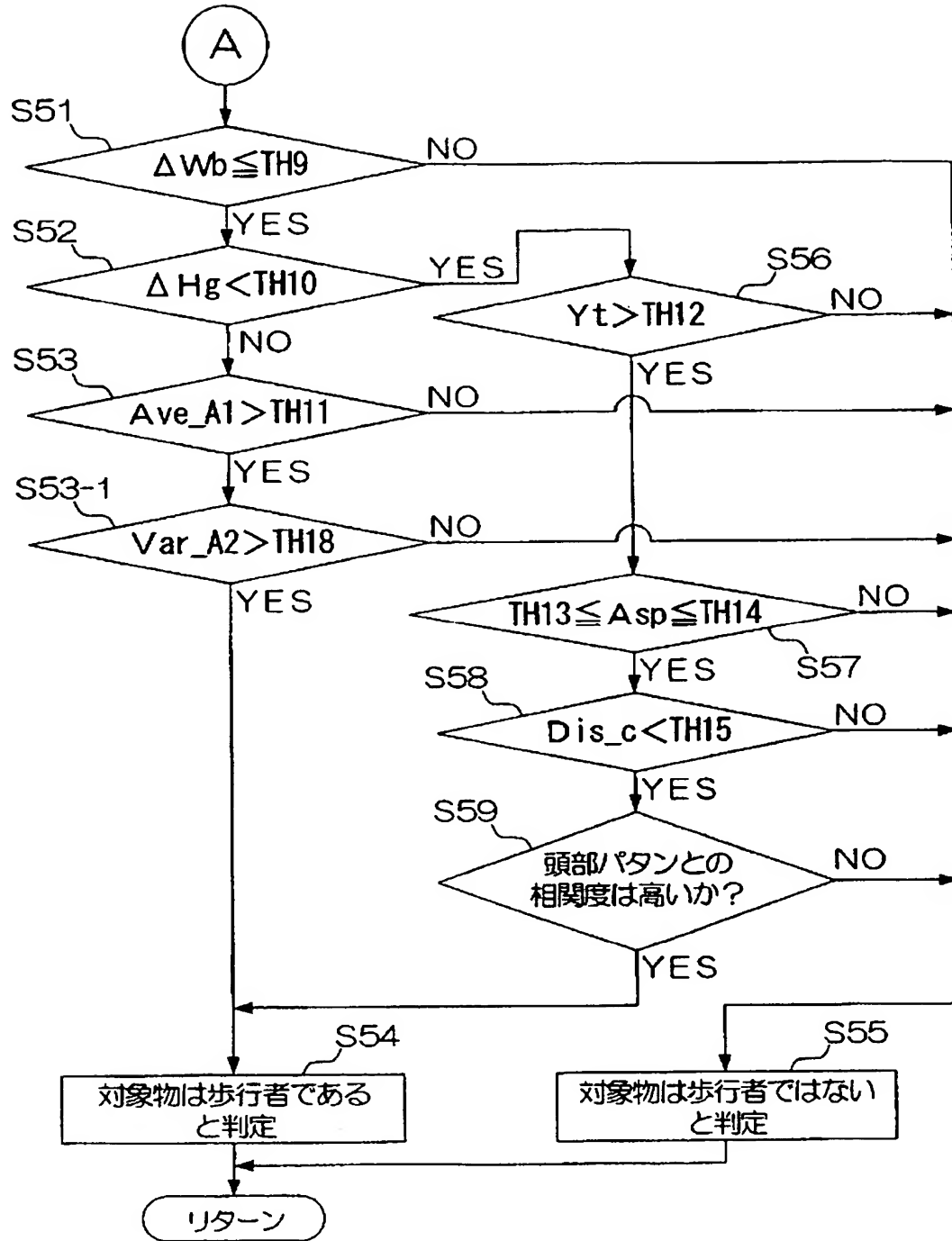
【図 7】



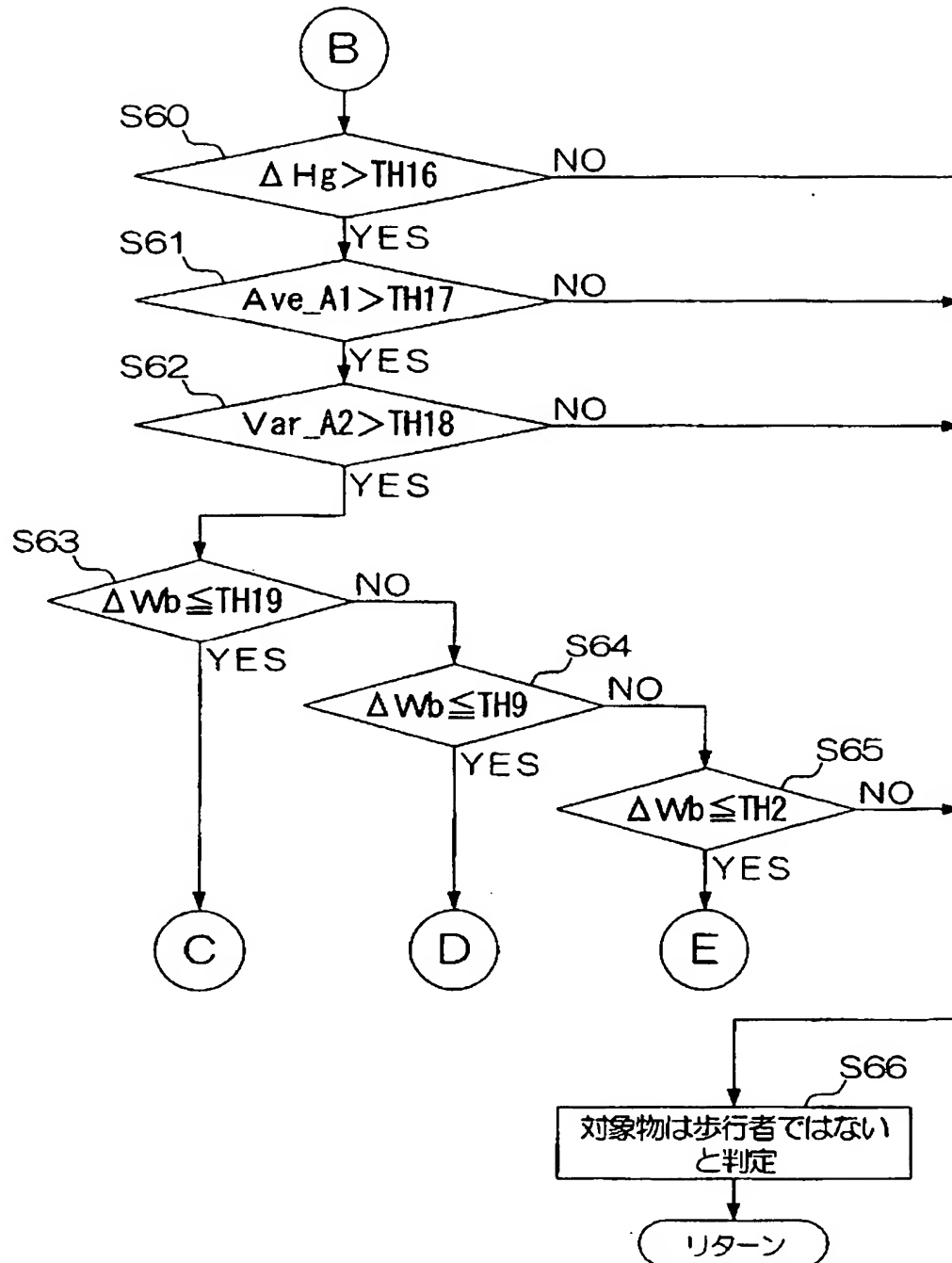
【図 8】



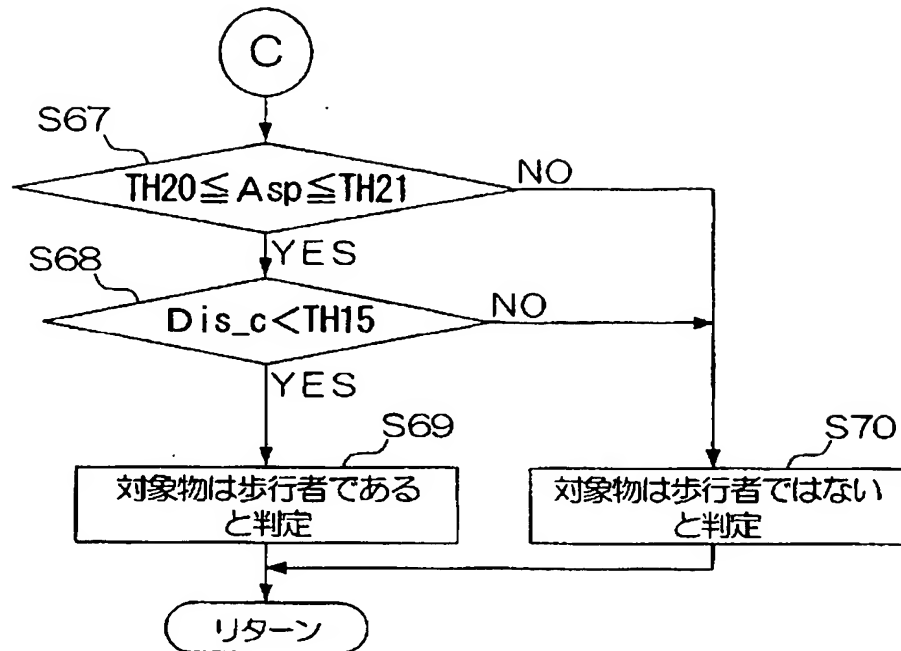
【図 9】



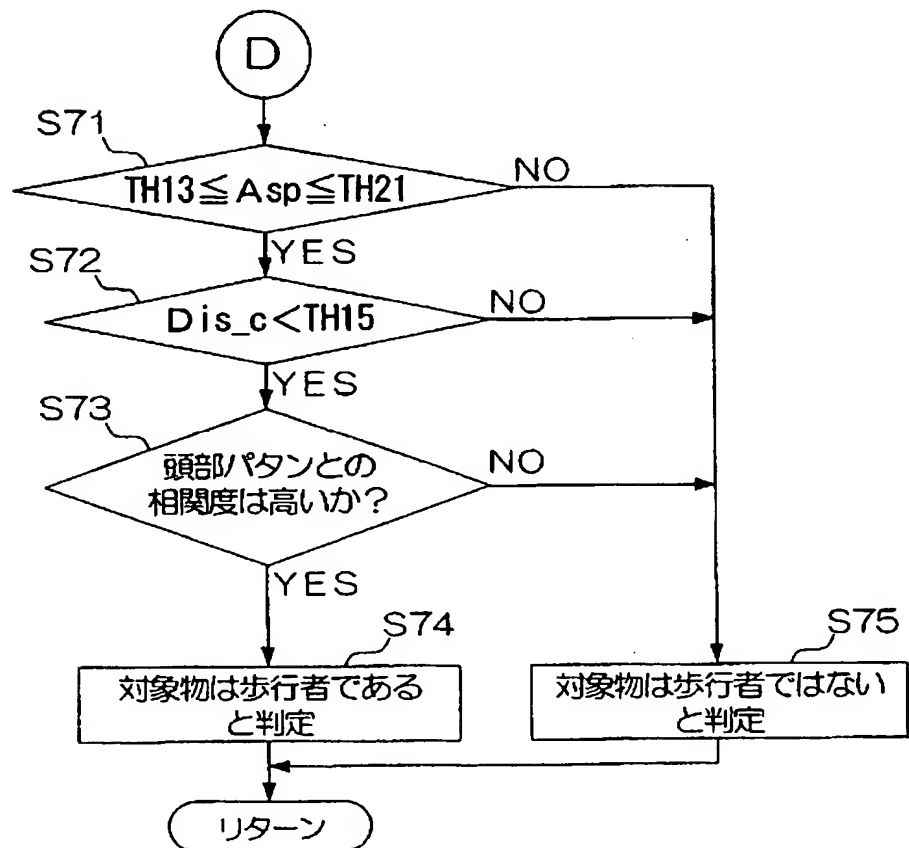
【図10】



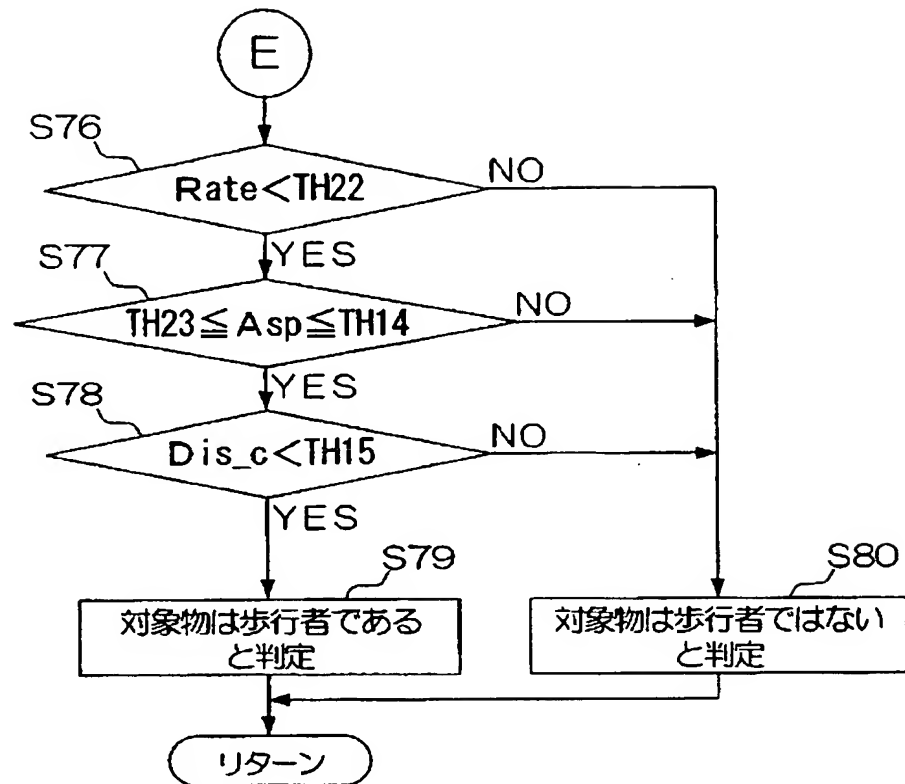
【図 11】



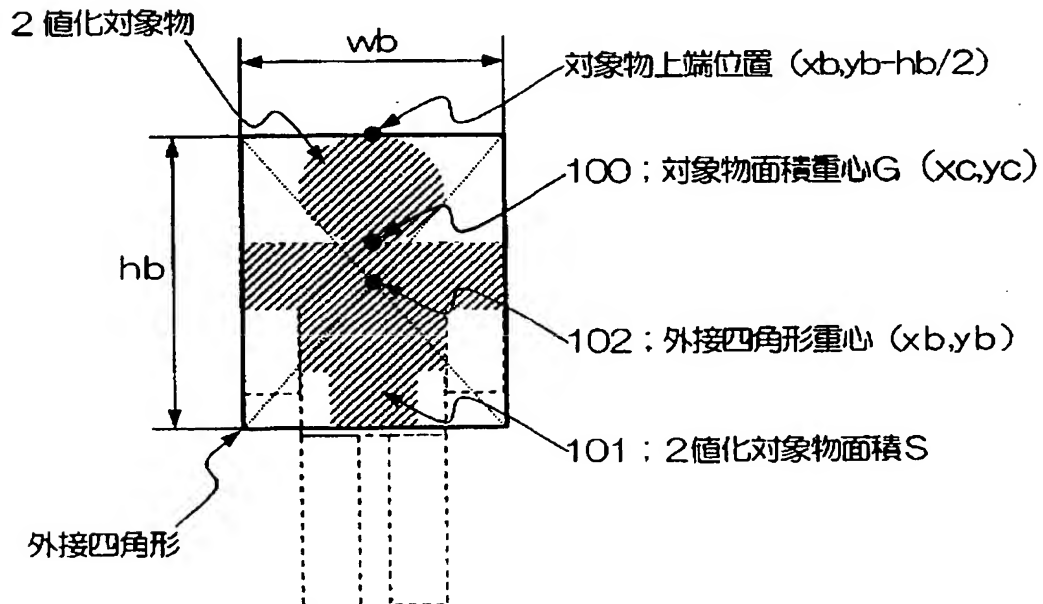
【図 12】



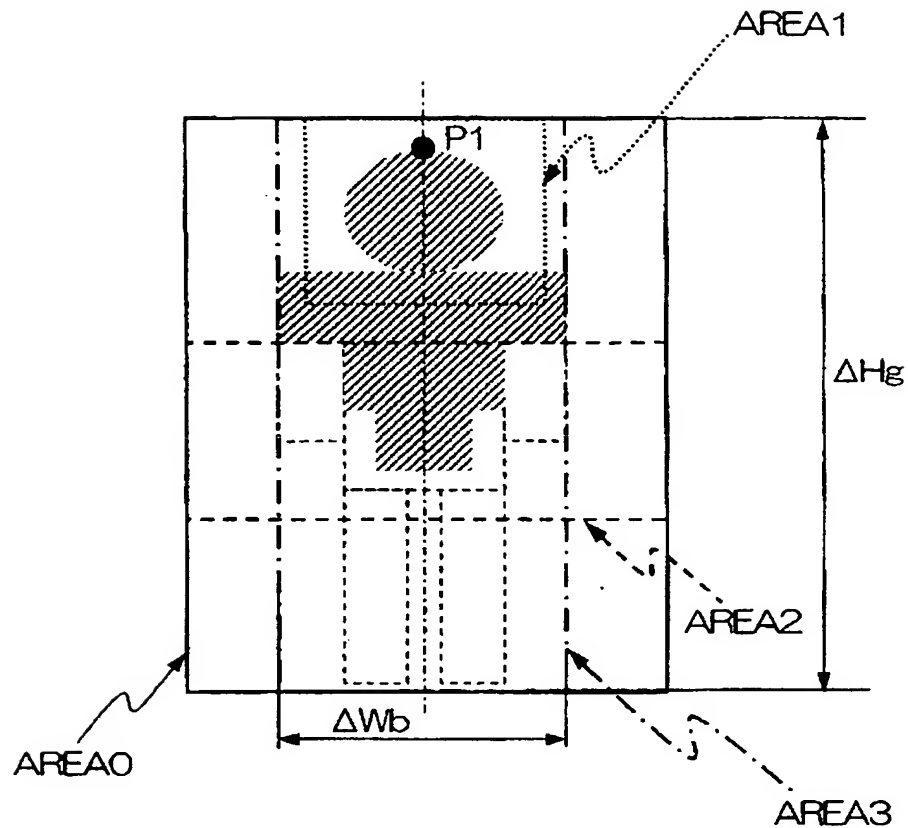
【図 13】



【図 14】



【図 15】



P1 : 2 値化対象物上端位置座標

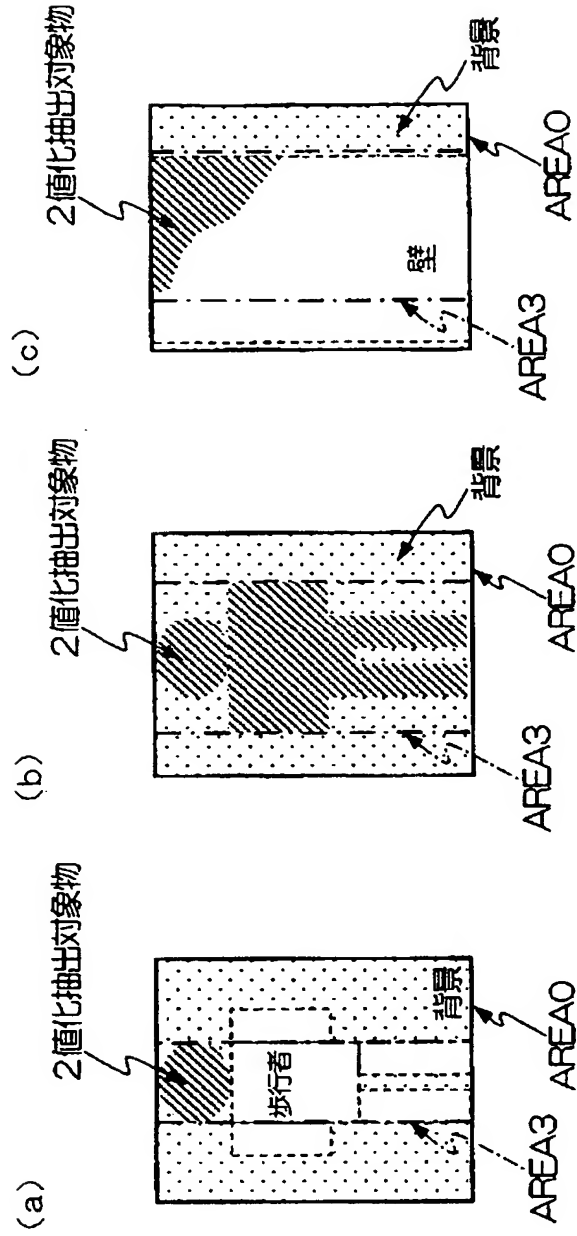
対象物高さ ΔH_g [m]

AREA1 の輝度平均 Ave_A1

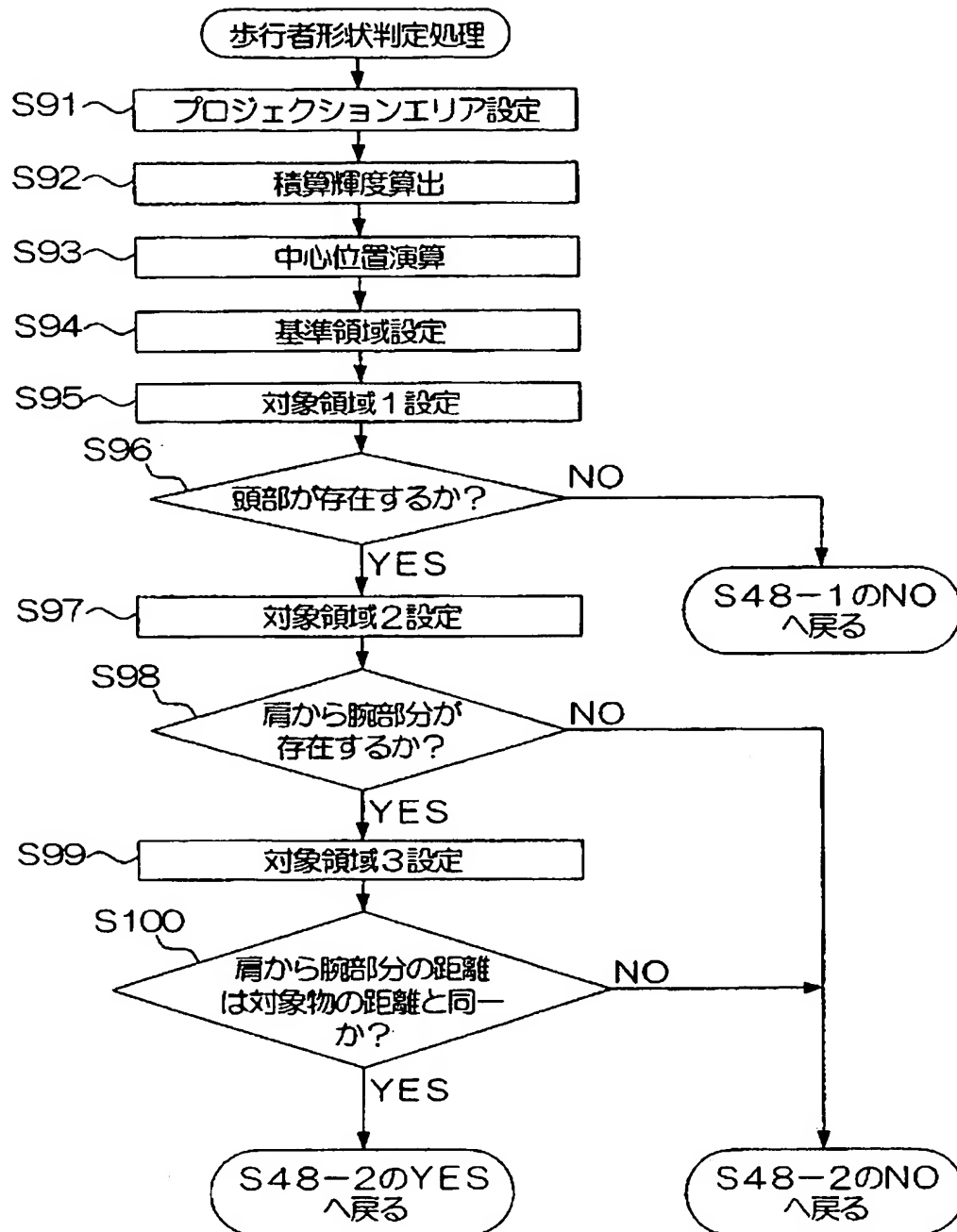
AREA2 の輝度分散 Var_A2

AREA3 の輝度分散 Var_A3

【図 16】

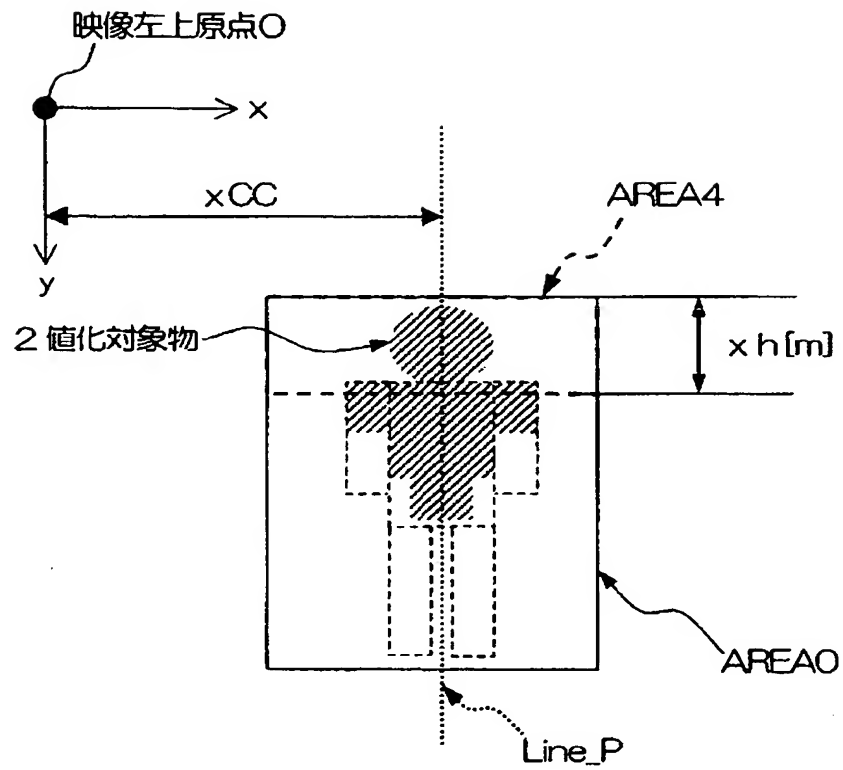


【図 17】

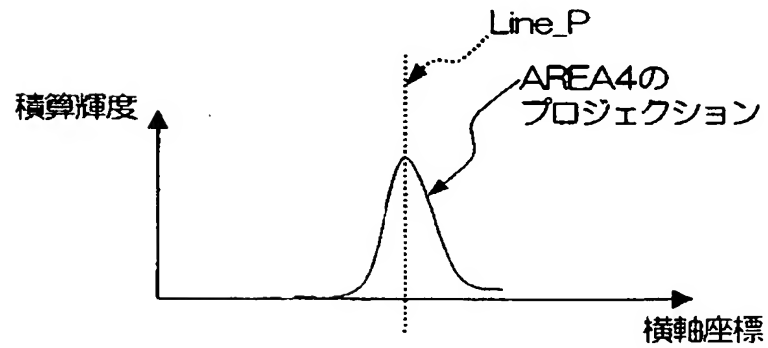


【図 18】

(a)

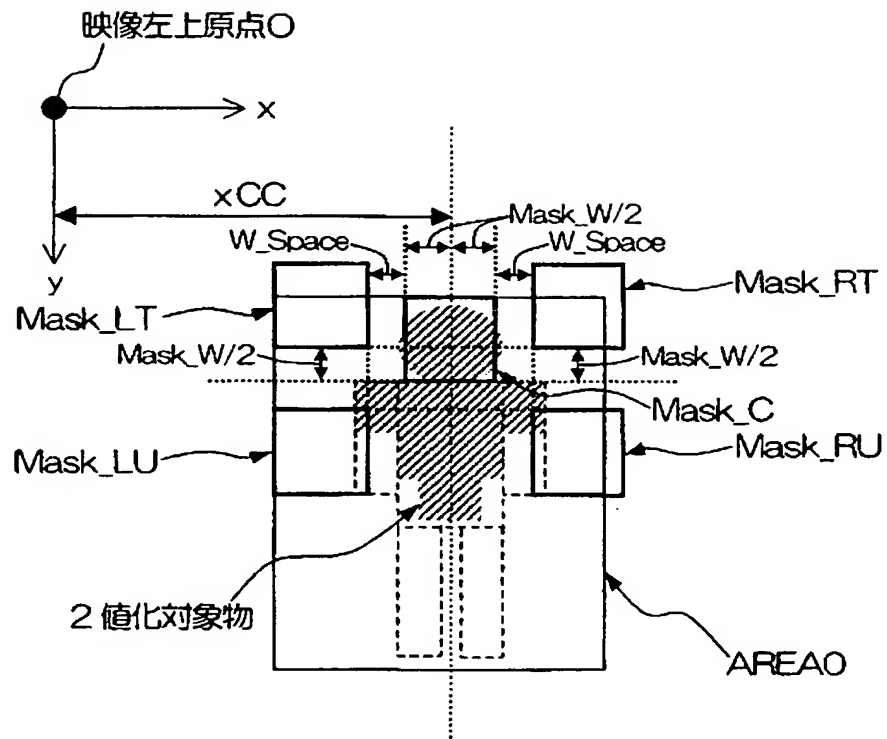


(b)



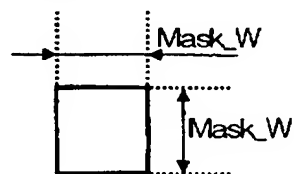
【図 19】

(a)

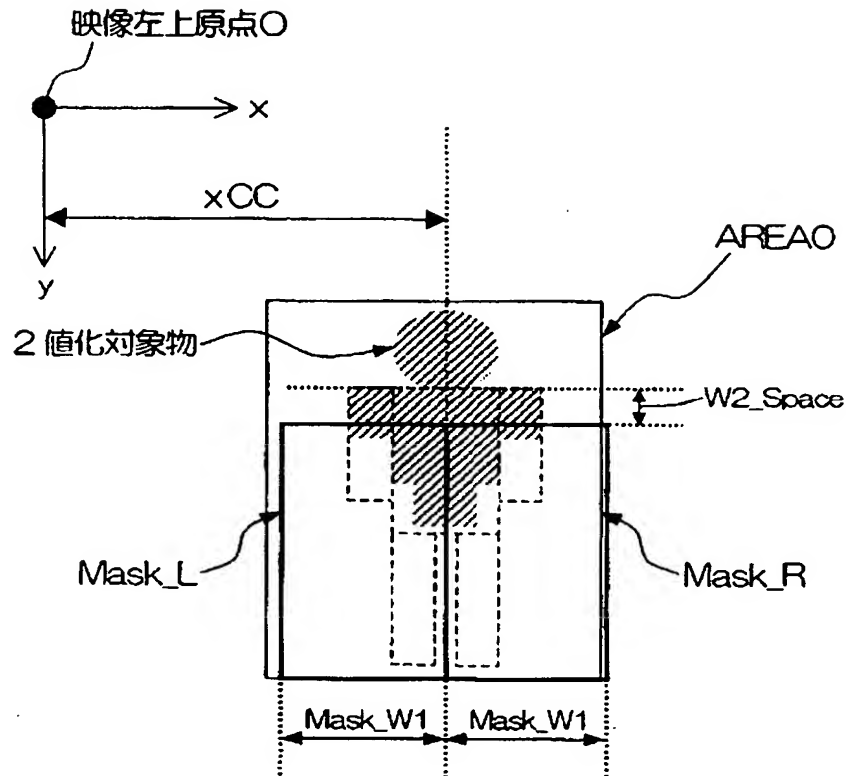


(b)

マスクサイズ



【図 20】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 カメラにより撮影された画像から抽出される不定形な 2 値化対象物を的確に判定し、安定した歩行者の抽出を行う車両周辺監視装置を提供する。

【解決手段】 まず、歩行者の頭部に相当すると推定される領域を基準領域として設定し（S 9 1 ～ S 9 4）、その基準領域の左右の側方部分に、歩行者の肩上方空間に相当すると推定される、基準領域より上方に配置された 2 つの対象領域を設定する（S 9 5）。そして、赤外線画像に捉えられた歩行者の頭から肩に相当する領域を認識する（S 9 6）。次に、歩行者の肩から腕に相当すると推定される別の対象領域を設定し（S 9 7）、赤外線画像に捉えられた歩行者の肩から腕に相当する領域を認識する（S 9 8）。そして、歩行者全体の距離と肩から腕に相当する領域の距離とが等しい場合、歩行者の頭から肩及び肩から腕に相当する領域を含む 2 値化対象物が歩行者であると認識する（S 9 9 ～ S 1 0 0）。

【選択図】 図 1 7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-068903
受付番号	50400402312
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成 16 年 3 月 16 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000005326
【住所又は居所】	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	本田技研工業株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】	100107836
【住所又は居所】	東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【住所又は居所】 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 志賀国際特
許事務所

【氏名又は名称】 村山 靖彦

特願 2 0 0 4 - 0 6 8 9 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社